

2017



Tagungsband

55. Wissenschaftliche Jahrestagung

Deutsche Gesellschaft für

Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V.

14. - 17. September 2017

Zentrum Anatomie

Universitätsklinikum Köln (AÖR), Köln

Deutsche Gesellschaft für
Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e. V. (Hrsg.)

Abstracts und Programmheft 2017

55. Wissenschaftliche Jahrestagung
Deutsche Gesellschaft für
Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e. V.

14.-17. September 2017

Zentrum Anatomie
Universitätsklinikum Köln (AöR), Köln



Impressum

Zitierweise:

Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (Hrsg.) Abstracts und Programmheft 2017,
1. Auflage 2017

Konzeption:

Christine Gens (M. A.)
Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein

Download:

<http://www.dglrm.de>

Kostenfrei

55. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGLRM e. V.



SAVE THE DATE!

Jahrestagung 2017

Deutsche Gesellschaft für
Luft- und Raumfahrtmedizin e. V.

14.-17. September 2017 in Köln

Mehr Informationen unter: www.dglrm.de

Sponsoren

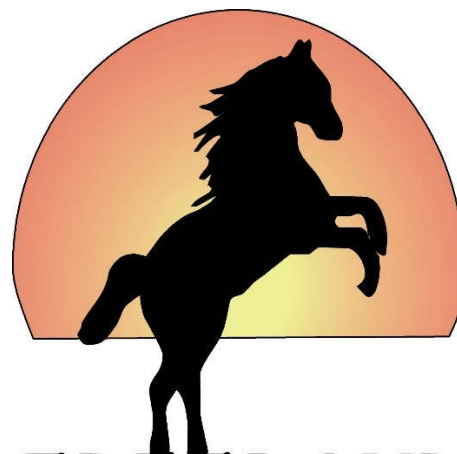
ZEPPELIN[®]NT

Die schönste Art zu fliegen



CARUSO[®]

PROTECTION



FREELAND[®]

PROTECTION

Inhaltsverzeichnis

Sponsoren	6
Grußwort des Präsidenten der DGLRM e.V.	8
Grußwort des Ärztlichen Direktors der Uniklinik Köln	9
Grußwort der Oberbürgermeisterin von Köln.....	10
Grußwort des Generalarztes der Luftwaffe	11
Grußwort des Leiters des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin (DLR)	12
Allgemeine Hinweise	13
Wichtige Termine Jahrestagung	14
Veranstaltungsort Köln	15
Tagungsort.....	17
Daten und Fakten zu den Vortragsräumen	18
Hörsaal 1	18
Hörsaal 2	19
Anreise zum Institut für Anatomie der Universitätsklinik Köln	20
Festvorträge und Vortragende	21
„50 Jahre Weltraumrecht – Ein Überblick über aktuelle Rechtsprobleme mit einem Exkurs in medizinische Fragen“	21
„Faszination 'Alpine Luftrettung' – Flugmedizin, Arbeitsmedizin, Abenteuer“	22
Rahmenprogramm	23
1. „Get Together“ im Brauhaus FRÜH	23
2. Gesellschaftsabend, Rheinschiffahrt	24
3. Altstadttour	25
4. Römisch-Germanisches Museum.....	26
5. Simulatorflüge in Bell UH-1D und A320.....	27
6. Schokoladenmuseum	28
Tagungsprogramm (Übersicht).....	29
Kongressprogramm.....	31
Donnerstag, den 14.09.2017	31
Freitag, den 15.09.2017.....	31
Sonnabend, den 16.09.2016	33
Abstracts.....	35
Vorträge	35
Poster.....	63

Grußwort des Präsidenten der DGLRM e.V.

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

sehr geehrte Damen und Herren,

ein ereignisreiches Jahr für unsere Gesellschaft ist vergangen und es ist mir eine sehr große Ehre, Sie zur 55. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V. in Köln willkommen zu heißen.



Köln ist mit mehr als 1 Mio. Einwohnern die bevölkerungsreichste Stadt des Landes Nordrhein-Westfalen sowie nach Berlin, Hamburg und München die viertgrößte deutsche Stadt und besitzt als Wirtschafts- und Kulturmetropole internationale Bedeutung. Die Karnevalshochburg ist außerdem Sitz vieler Verbände und Medienunternehmen mit zahlreichen Fernsehsendern, Musikproduzenten und Verlagshäusern.

Auch die Luft- und Raumfahrt ist in Köln stark verwurzelt, so befindet sich hier das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt mit einem bedeutenden Standort der ESA sowie dem European Astronaut Centre (EAC). Auch das Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe sowie die EASA sind in Köln angesiedelt und die letztere ist mittlerweile auf die linke Rheinseite umgezogen. Aber auch die Medizinische Fakultät der Universität zu Köln hat mit zwei neugeschaffenen Professuren für Luft- und Raumfahrtmedizin bzw. Raumfahrtphysiologie klar ihr Interesse an unserem Fach demonstriert. Auch bot (ehem. Flugplatz Bickendorf) und bietet (Internationaler Flughafen Köln/Bonn) unsere Stadt einen klaren Bezug zur Luftfahrt. Von daher denke ich, dass wir einen sehr traditionellen und geeigneten Veranstaltungsort gewählt haben.

Neben dem wissenschaftlichen Programm haben wir erstmals einen Strang mit Fortbildungsvorträgen aufgenommen, um auch rein klinisch-tätigen Kollegen ein interessantes Programm zu bieten. Bitte lassen Sie sich auch nicht das interessante Rahmenprogramm zum Kongress entgehen!

Ich wünsche Ihnen für den Kongress alles Gute, einen regen Erfahrungsaustausch sowie viele, fruchtbare Diskussionen über luft- und raumfahrtmedizinische Themen.

Beim Institut für Anatomie und der Uniklinik bedanke ich mich sehr herzlich für die Überlassung der Räumlichkeiten für unsere Jahrestagung und verbleibe

mit freundlichen Grüßen,

Ihr

Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein,
D.E.S.A., E.D.I.C., F.As.M.A.
Präsident der DGLRM e. V.



Grußwort des Ärztlichen Direktors der Uniklinik Köln

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

sehr geehrte Damen und Herren,

als Ärztlicher Direktor und Vorstandsvorsitzender des Universitätsklinikum Köln (AöR) begrüße ich Sie sehr herzlich zu Ihrer 55. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V., die in diesen beiden Tagen stattfinden wird. Ich freue mich sehr, dass Sie diesen Veranstaltungsort gewählt haben! Herzlich Willkommen an unserem Universitätsklinikum.

Unser Klinikum hat sich einer wissenschaftsnahen und menschlichen Medizin verschrieben. Im Herzen von Köln-Lindenthal übernimmt es Aufgaben in Forschung, Lehre und der Hochleistungs-Krankenversorgung. Die Auslastung des Universitätsklinikums lag im vergangenen Jahr (2016) im Durchschnitt bei nahezu 90 Prozent, was weit überdurchschnittlich ist und das große Vertrauen der Menschen in unsere Medizin verdeutlicht. In den letzten 10 Jahren haben wir die Summe der medizinischen Leistungen um über 60 % gesteigert und mehr als 3000 neue Arbeitsplätze geschaffen. Das Universitätsklinikum Köln zählt zu den dynamischsten und leistungsfähigsten medizinischen Einrichtungen in Deutschland.

Die Stadt Köln hat seit vielen Jahren einen sehr engen Bezug zur Luft- und Raumfahrtmedizin: Der Butzweilerhof war der erste zivile Flughafen der Stadt Köln und wurde bereits im Jahre 1911 angelegt. Heute bezeichnet der Name allerdings noch ein Gewerbegebiet im Kölner Stadtteil Ossendorf. Vom Flughafenkomplex aus den 1930er Jahren sind heute noch einige Teile erhalten und teilweise restauriert. Des Weiteren existierte in Köln-Bickendorf ein Luftschiffhafen, der ausschließlich dem Verkehr mit Luftschiffen diente. Die Gebäude wurden 1970 abgetragen. Im Umkreis des heutigen Flughafens Köln/Bonn sind etliche nationale und internationale Organisationen und Firmen mit Bezug zur Luft- und Raumfahrt angesiedelt. Neben dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), der European Space Agency (ESA) mit dem European Astronaut Centre (EAC) und dem Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe hat auch die European Aviation Safety Agency (EASA) ihren Standort in Köln.

Auch das Universitätsklinikum Köln hat selbst einen engen Bezug zur Luft- und Raumfahrtmedizin. Vor wenigen Monaten wurden hier eine W3-Professur für Luft- und Raumfahrtmedizin und eine W2-Professur für Weltraumphysiologie an der Medizinischen Fakultät zu Köln etabliert, die nun mittlerweile mit Herrn Prof. Jordan und Herrn Prof. Rittweger besetzt sind. Sie sehen, Köln und auch das Universitätsklinikum haben einen sehr engen und langjährigen Bezug zur Luft- und Raumfahrt sowie zur Luft- und Raumfahrtmedizin.

Für Ihre 55. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V. im Institut für Anatomie der Uniklinik Köln wünsche ich Ihnen daher alles erdenklich Gute sowie viele Möglichkeiten zur Diskussion neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse, zur Erörterung klinischer Sachverhalte und zum gegenseitigen Erfahrungsaustausch.

Prof. Dr. med. Edgar Schömig,
Vorstandsvorsitzender und Ärztlicher Direktor
Universitätsklinikum Köln (AöR)



Grußwort der Oberbürgermeisterin von Köln

Sehr geehrte Damen und Herren,

Ich freue mich, dass Sie Köln als Ort für die 55. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin gewählt haben. Sie hätten keine bessere Wahl treffen können, denn Köln ist ein wichtiger Standort für die Luft- und Raumfahrt in Deutschland und Europa.

Im European Astronaut Centre der ESA auf dem Kölner Gelände des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt werden Astronauten auf ihre Einsätze in der internationalen Raumstation ISS vorbereitet. Während ihrer Missionen im Weltall werden sie vom Kölner Boden aus medizinisch betreut und überwacht, und seit der Eröffnung der Forschungseinrichtung :enviHab findet auch die medizinische Nachsorge für viele Astronauten in Köln statt.

Anlässlich der :enviHab-Einweihung feierte Köln 2013 ein Jahr der Luft- und Raumfahrt. Mehr als 80 internationale Astronauten und Mitglieder der „Association of Space Explorers“ (ASE) kamen in unserer Stadt zusammen und konnten sich gemeinsam mit der Kölner Bevölkerung davon überzeugen, dass im Rheinland die interdisziplinäre Forschungszusammenarbeit eine lange Tradition hat.

Die Universität zu Köln, das Universitätsklinikum, die Deutsche Sporthochschule Köln und das DLR bilden zahlreiche Kooperationsnetzwerke, welche die Forschung in der Raumfahrt- und Luftfahrtmedizin erfolgreich vorantreiben.

Auch die Luftstreitkräfte der Bundeswehr haben ihre wissenschaftliche und medizinische Forschung seit 2013 im Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe in Köln gebündelt. Aktuell entsteht in Köln ein neues Forschungs- und Laborgebäude, in dem DLR und Bundeswehr gemeinsam Projekte realisieren und den wissenschaftlichen Nachwuchs fördern.

So sollen auch Zukunftsthemen, wie etwa die medizinische Betreuung in der kommerziellen Raumfahrt, von Köln aus vorangetrieben werden. Ich stelle mir vor, dass Köln sogar die erste Station für Weltraumtouristen auf ihrem Weg ins Weltall wird.

Ich lade Sie herzlich ein, nach Fertigstellung der neuen Einrichtungen einen ihrer nächsten Jahreskongresse erneut in Köln auszurichten, um die positiven Entwicklungen an diesem Standort persönlich kennenzulernen.

Für den DGLRM-Kongress 2017 wünsche ich allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern interessante Vorträge und Gespräche sowie einen schönen Aufenthalt in unserer Stadt.

Ihre,

Henriette Reker
Oberbürgermeisterin der Stadt Köln



Grußwort des Generalarztes der Luftwaffe

Sehr geehrte Tagungsteilnehmerinnen und Tagungsteilnehmer,
sehr geehrte Damen und Herren!

Als Generalarzt der Luftwaffe und Leiter des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe möchte ich Ihnen meine herzlichen Grüße übermitteln.

Die Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM e.V.), gegründet 1961, ist die einzige medizinische Fachgesellschaft in Deutschland, die sich den spannenden medizinisch-wissenschaftlichen Fragestellungen der zivilen und militärischen Luft- und Raumfahrt stellt. Darüber hinaus ist sie die einzige Fachgesellschaft in Deutschland, in der Vertreter der zivilen Seite und Vertreter der militärischen Seite gemeinsam die Vorstandsarbeit gestalten und gemeinsam die Weiterentwicklung der Ziele der Gesellschaft betreiben. Als ranghöchster militärischer Vertreter der Luft- und Raumfahrtmedizin in Deutschland ist es mir ein persönliches Anliegen, diese erfolgreiche Zusammenarbeit mit allen zur Verfügung stehenden Kräften aufrechtzuerhalten.

Neben der Förderung der Wissenschaft und Forschung hat die Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin mit der Übernahme der Gesellschafteranteile der Lufthansa an der Deutschen Akademie für Flug- und Reisemedizin (DAF) im April 2016 einen wichtigen Anteil an der Aus-, Fort- und Weiterbildung ziviler Fliegerärzte übernommen. Auch bei dieser anspruchsvollen Aufgabe werden meine Mitarbeiter und ich die Gesellschaft weiterhin tatkräftig unterstützen.

In dem hier vorliegenden Programm der 55. Jahrestagung spiegeln sich die beiden tragenden Säulen einer medizinisch-wissenschaftlichen Gesellschaft, die Wissenschaft und Forschung sowie die Lehre und Ausbildung, profund wider.

Neben den wissenschaftlichen Sitzungen mit hochwertigen Vorträgen, die das breite Spektrum der Luft- und Raumfahrtmedizin abbilden, werden parallel Fortbildungsvorträge von erfahrenen Flugmedizinern für Fliegerärzte präsentiert.

Somit gibt diese Jahrestagung sowohl den eher wissenschaftlich ausgerichteten Teilnehmerinnen und Teilnehmern als auch den klinisch-praktisch tätigen Kolleginnen und Kollegen die Möglichkeit, sich über aktuelle Entwicklungen in der Luft- und Raumfahrtmedizin zu informieren und fachlich auszutauschen.

Ich wünsche uns allen einen erfolgreichen Tagungsverlauf, einen regen Austausch und neue Ideen und Impulse für die Weiterentwicklung unserer Gesellschaft.

Ihr

Prof. Dr. Rafael Schick

Generalarzt



Grußwort des Leiters des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin (DLR)

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,
sehr geehrte Tagungsteilnehmer,
meine Damen und Herren,

ich freue mich sehr, dass Sie zur 55. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin, an den Luft- und Raumfahrt Standort Köln gekommen sind und begrüße Sie ganz herzlich.

Bereits seit dem Jahr 1906 wird in Köln geflogen. Im letzten Jahr konnte der Köln-Bonner Flughafen 12 Millionen Passagiere verzeichnen. In der Umgebung von St. Augustin, um den Flugplatz Hangelar, sind die Hubschrauberstaffel der Bundespolizei mit der Luftfahrerschule sowie das ADAC-Hubschrauber-Ausbildungszentrum angesiedelt. Die oberste Europäische Luftfahrtbehörde EASA hat ihren Sitz ebenfalls in Köln.

Auf dem Gelände des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) befindet sich das Europäische Astronautenzentrum der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA). Hier werden die Astronauten ausgebildet und vor, während und nach ihren Missionen betreut. Die medizinische Eignung wird bei uns im DLR, Institut für Luft und Raumfahrtmedizin bei Auswahlverfahren und jährlichen Zertifizierungen festgestellt.

In unserem Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, mit seiner international einmaligen Forschungsanlage :envihab, führen wir biologische, medizinische und psychologische Forschung durch. Dabei werden aus Mechanismen-orientierten Studien gezielte Gegenmaßnahmen abgeleitet und systematisch evaluiert, um die Gesundheit und Leistungsfähigkeit in Raumfahrt, Luftfahrt und auf der Erde weiter zu verbessern. In diesem Herbst wird die erste von mehreren mit der NASA geplanten Bettruhestudien im :envihab beginnen.

Es freut mich sehr, dass die militärische Flugmedizin aus Fürstenfeldbruck zu uns auf das DLR Gelände ziehen wird. Die Bauarbeiten haben begonnen. Die bereits bestehende Kooperation mit der Bundeswehr wird dadurch noch mehr intensiviert werden.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Tagung, die neben den wissenschaftlichen Vorträgen erstmalig einen parallelen Weiterbildungszweig anbietet. Die Verbesserung der Qualität in der Aus- und Weiterbildung ist auch für uns im DLR ein zentrales Thema.

Genießen Sie die Zeit in Köln, ob in Brauereien, auf dem Rhein oder bei dem vielfältigen Rahmenprogramm.

Ich freue mich darauf, Sie zu treffen.

Ihr,

Prof. Dr. med. Jens Jordan
Leiter des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin



Allgemeine Hinweise

Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein
Präsident der DGLRM e.V.

Programmkomitee (alphabetisch)

Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein
Dr. med. Ilse Janicke
Prof. Dr. med. Helmut Landgraf
OFA PD Dr. med. Carla Ledderhos
OTA Dr. med. Torsten Pippig
Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich
Dr. med. Dipl.-Ing. Heiko Welsch

Teilnahmegebühr

Anmeldung bis 31.07.2017

Nicht-Mitglieder 180 Euro
Mitglieder der DGLRM e.V. 150 Euro
Studenten mit Ausweis 50 Euro

Anmeldung ab 01.08.2017

Nicht-Mitglieder 200 Euro
Mitglieder der DGLRM e.V. 170 Euro
Studenten mit Ausweis 50 Euro

Kongressorganisation

Deutsche Gesellschaft für
Luft- und Raumfahrtmedizin e.V.

Hinweise für Referenten und Sitzungsleiter

Alle Vortragsräume sind mit Laptop und Beamer ausgestattet. Bitte beachten Sie, dass unsere Computer noch unter **Windows XP Prof. Ver. 2002 SP3** und unter **Microsoft-Office 2003** laufen. Die Vortragenden werden gebeten, ihre Präsentation (USB-Stick) spätestens in der Pause vor ihrer Sitzung abzugeben. Falls ein eigenes Notebook mitgebracht wird, sollten die Systeme rechtzeitig auf Kompatibilität geprüft werden.

Wir bitten alle Redner und Sitzungsleiter strikt auf die Einhaltung der Redezeiten zu achten. Die im Programm angegebenen

Zeiten schließen die Diskussion zum Vortrag mit ein.

Poster

Alle Poster sollten während des gesamten Kongresses aushängen. Sie können ab Freitag, den 15.09.2017, 8:00 Uhr an der ausgeschilderten Fläche aufgehängt werden.

Für die drei besten Poster wird ein Posterpreis ausgelobt. Jedem/r Autor/In wird die Gelegenheit zur Präsentation seines/ihrer Posters eingeräumt. Dazu werden Sie gebeten, in den Pausen wesentliche Inhalte des Posters vorzustellen. Des Weiteren findet eine separate Postersitzung statt, in der alle Poster dem gesamten Auditorium präsentieren. Bitte erstellen Sie hierzu eine Version des Posters im PDF-Format. Die Verleihung der Posterpreise findet während der Abendveranstaltung freitags statt.

Zertifizierung

Die Anerkennung bei der **Landesärztekammer Nordrhein (LÄK)** ist beantragt!

Die Jahrestagung ist vom **Luftfahrtbundesamt** als flugmedizinischer Fortbildungslehrgang gemäß MED.D.030 der EU-Verordnung 1178/2011 mit **12 Stunden** anerkannt.

WLAN

In den Kongressgebäuden ist während der Veranstaltung kostenlos WLAN über den frei zugänglichen Hotspot der Deutschen Telekom „**Hotspot.koeln**“ verfügbar.

Soziale Medien



Die DGLRM in sozialen Medien

www.dglrm.de
www.facebook.de/flugmed
www.youtube.de

Wichtige Termine Jahrestagung

DGLRM Vorstandssitzung

Donnerstag, den 14.09.2017 um 11:00 Uhr bis 13 Uhr und ab 16:00 Uhr, **Seminarraum 2**, Zentrum Anatomie, Gebäude 35, Joseph-Stelzmann-Straße, 50937 Köln (Lindenthal).

DGLRM Vorstandsratssitzung

Donnerstag, den 14.09.2017 um 14:00 Uhr **Seminarraum 5**, Zentrum Anatomie, Gebäude 35, Joseph-Stelzmann-Straße, 50937 Köln (Lindenthal)

Registrierung

Freitag, den 15.09.2016 ab 08:00 Uhr
Im Foyer, Zentrum Anatomie, Gebäude 35, Joseph-Stelzmann-Straße, 50937 Köln (Lindenthal).

Mitgliederversammlung

Freitag, den 15.09.2017 um 17:00 Uhr bis 18:30 Uhr, **Hörsaal 1**, Zentrum Anatomie, Gebäude 35, Joseph-Stelzmann-Straße, 50937 Köln (Lindenthal).

Sitzungen der Arbeitsgruppen

Freitags und samstags, **Seminarraum 2** nach Vereinbarung

Preisverleihungen

Freitag, den 15.09.2017 ab 19:30 Uhr im Rahmen des Gesellschaftsabends mit Schifffahrt.

Veranstaltungsort Köln



Foto: Medizinfoto Köln



Foto: Medizinfoto Köln



Foto: Medizinfoto Köln

Tagungsort

Institut für Anatomie, Universitätsklinikum Köln (AöR)

Gebäude 35, Joseph-Stelzmann-Straße, 50937 Köln (Lindenthal)



Fotos: Medizinfoto Köln

Daten und Fakten zu den Vortagsräumen

Hörsaal 1

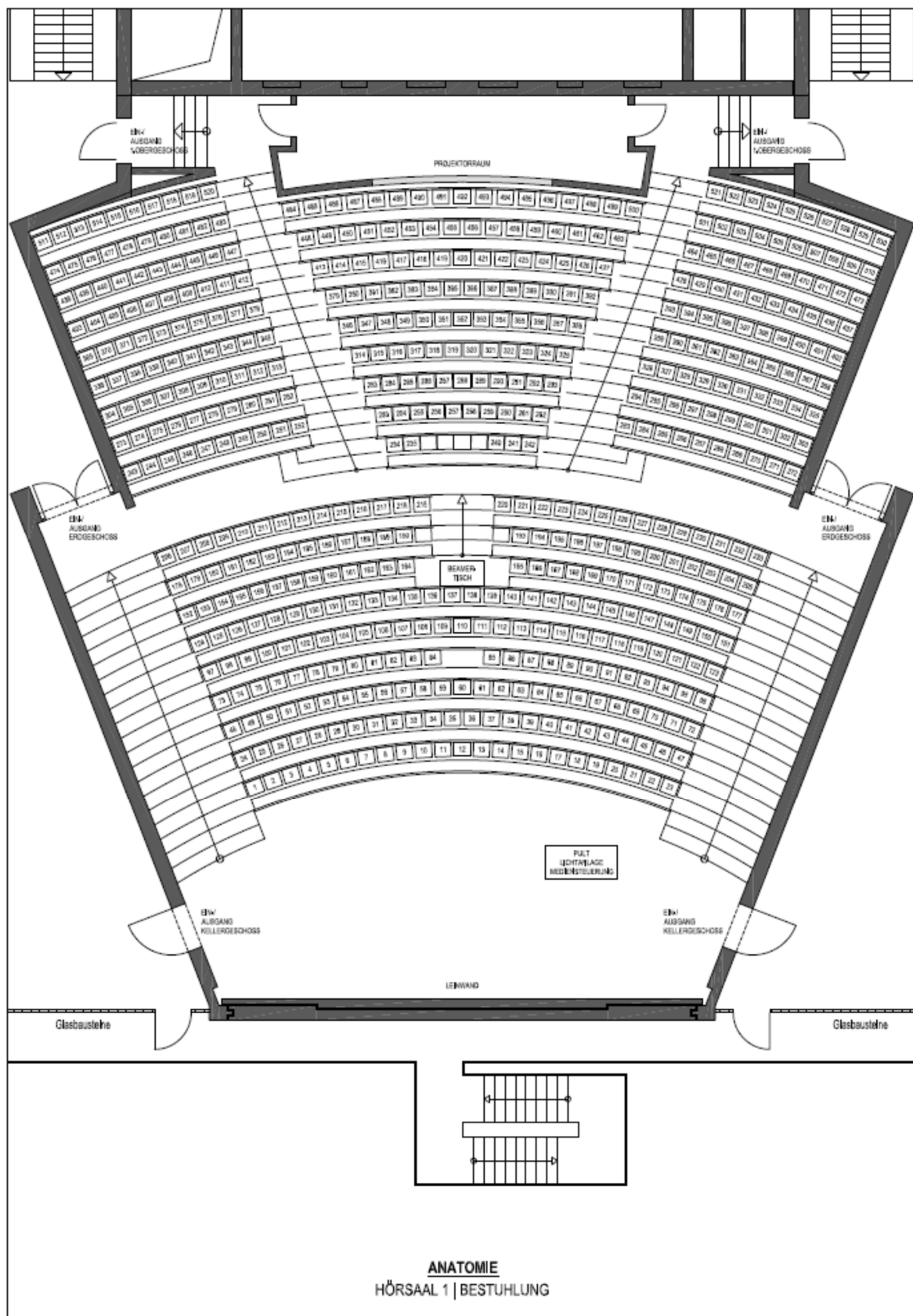


Foto: Medizinische Fakultät Köln

Hörsaal 2

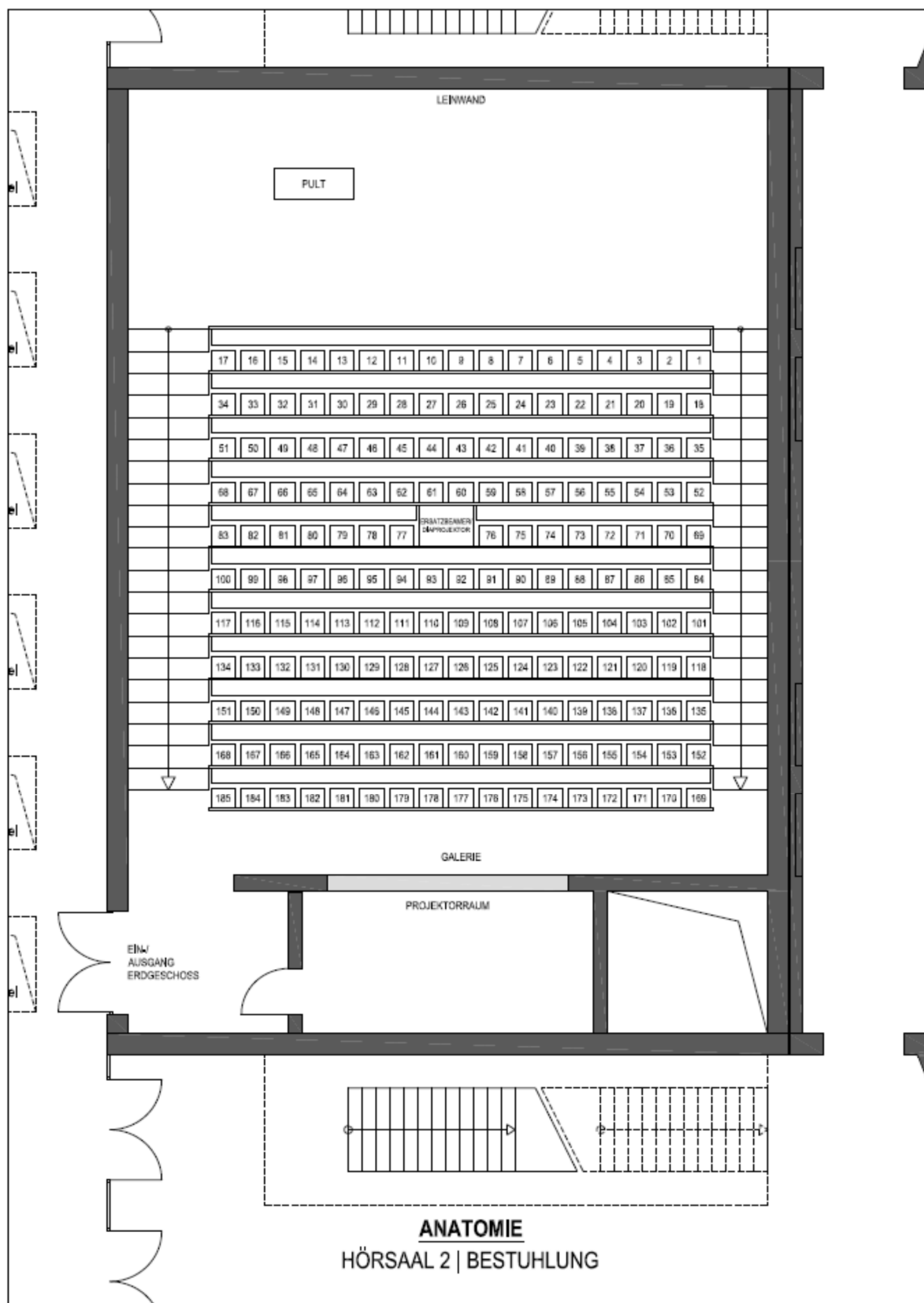


Foto: Medizinische Fakultät Köln

Anreise zum Institut für Anatomie, Universitätsklinikum Köln

von Norden über die A1 kommend

- bis Kreuz Köln-West
- erste Abfahrt nach Köln-West auf die 264 Richtung Köln auf die Dürener Str.
- lange geradeaus
- bis Geibelstr. rechts abbiegen
- geradeaus in Verlängerung der Geibelstr. ist die Joseph-Stelzmann-Str.

von Süden über die A1 kommend

- vor dem Kreuz Köln-West abfahren auf die 264 Richtung Köln auf die Dürener Str.
- lange geradeaus
- bis Geibelstr. rechts abbiegen
- geradeaus in Verlängerung der Geibelstr. ist die Joseph-Stelzmann-Str.

von Osten über die A4 kommend

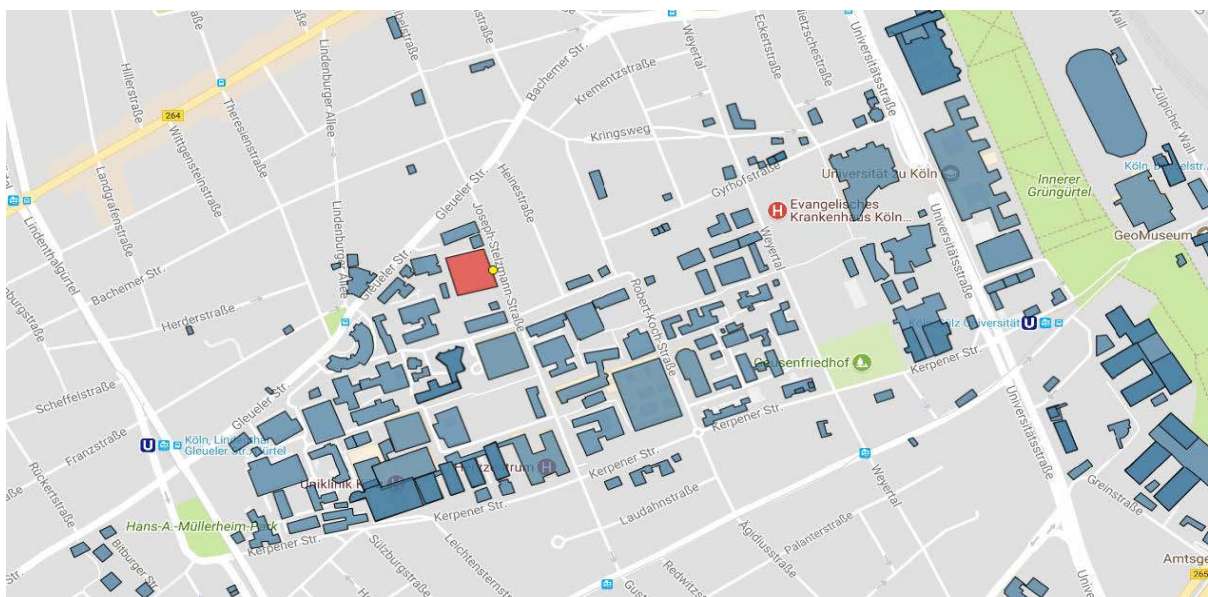
- am Kreuz Köln-West auf die A1 Richtung Süden
- erste Abfahrt nach dem Kreuz Köln-West auf die 264 Richtung Köln auf die Dürener Str.
- lange geradeaus
- bis Geibelstr. rechts abbiegen
- geradeaus in Verlängerung der Geibelstr. ist die Joseph-Stelzmann-Str.

von Westen über die A4 kommend

- am Kreuz Köln-West auf die A1 Richtung Süden
- erste Abfahrt nach dem Kreuz Köln-West auf die 264 Richtung Köln auf die Dürener Str.
- lange geradeaus
- bis Geibelstr. Rechts abbiegen
- geradeaus in Verlängerung der Geibelstr. ist die Joseph-Stelzmann-Str.

Anreise vom Hauptbahnhof Köln

- mit dem Zug 16 Bonn Hbf bis Neumarkt umsteigen (4 min 2 Haltestellen)
- vom Neumarkt mit dem Bus 146 Lindenthal Deckstein bis Köln, Lindenthal Geibelstr. (11 min 6 Haltestellen)
- 1 min 140 m Fußweg zur Joseph-Stelzmann-Str. 60



Festvorträge und Vortragende

„50 Jahre Weltraumrecht – Ein Überblick über aktuelle Rechtsprobleme mit einem Exkurs in medizinische Fragen“

Prof. Dr. Stephan Hobe LL.M. wurde nach Studien der Rechtswissenschaften und der Politischen Wissenschaft, dem Erwerb des Master of Laws (LL.M.) in Montreal, Kanada, Dr. iur. in Kiel und Habilitation in Kiel als Professor nach Köln berufen, wo er seit 1997 deutsches Staats- und Verwaltungsrecht, Völkerrecht, Europarecht, Internationales Wirtschaftsrecht und Internationales Investitionsrecht, sowie Luft- und Weltraumrecht lehrt. Er ist Inhaber einer Jean Monnet Professur für das Recht der europäischen Integration, sowie Direktor des Instituts für Luft- und Weltraumrecht und Co-Direktor des International Investment Law Centre Cologne (IILCC).

Seine Forschungsinteressen erstrecken sich auf das Völkerrecht, das Europarecht sowie auf das internationale Investitionsrecht und das Luft- und Weltraumrecht. Er hat neben einem Lehrbuch zum Völkerrecht (in 10. Aufl.), ein Lehrbuch zum Europarecht (in 8. Aufl.) geschrieben, sowie ein Handbuch zum Investitionsrecht und große Sammelwerke zum Luftrecht (Kölner Kompendium Luftrecht) und zum Weltraumrecht (Cologne Commentary on Space Law, 3 Bände) mitherausgegeben. Daneben hat er 280 Veröffentlichungen auf den Gebieten des öffentlichen Rechts, des Völker-, Europa- und des internationalen Investitionsrechts sowie des Luft- und Weltraumrechts verfasst.

Er lehrt als Honorar- und Visiting Professor an den rechtswissenschaftlichen Fakultäten der Universitäten in Pretoria (Südafrika), Sofia (Bulgarien), Gujarat und Bangalore (Indien), dem Beijing Institute of Technology und an Beihang sowie an der Xiamen Universität in China und der Universität Lazarski in Warschau, Polen, sowie an der Universität Paris XI (Paris Sud) in Frankreich.

Prof. Hobe ist Mitglied verschiedener nationaler und internationaler wissenschaftlicher Vereinigungen, sowie als Presbyter seiner evangelischen Kirchengemeinde in Alfter engagiert.

Prof. Dr. Stephan Hobe

Direktor des Instituts für Luft- und Weltraumrecht
Universität zu Köln
Albertus-Magnus-Platz
50923 Köln



„Faszination 'Alpine Luftrettung' – Flugmedizin, Arbeitsmedizin, Abenteuer“

Prof. Dr. med. Thomas Küpper ist an der RWTH Aachen für die Fächer "Flugmedizin", "Reisemedizin", Arbeitsmedizin" und "Sportmedizin" habilitiert und leitet dort die Arbeitsgruppe "Flug- & Reisemedizin, internationale Arbeitsmedizin". Er ist Facharzt für Arbeitsmedizin, hat die Zusatzbezeichnung „Sportmedizin“ und das weltweit einheitliche „Diploma for Mountain Medicine“.

Sechs Jahre regelmäßige Tätigkeit bei der alpinen Luftrettung in Zermatt (Schweiz), nach wie vor regelmäßige Tätigkeit in der klinischen Inneren Medizin und als Notarzt. Mehrjährige Tätigkeit als Landesarzt der Bergwacht des Deutschen Roten Kreuzes.

Wissenschaftliche Engagements schwerpunktmäßig für präventivmedizinische Fragestellungen, speziell zum Thema „Höhenaufenthalt“ und „körperliche Belastungen bzw. Belastbarkeit in Arbeit und Freizeit“ sowie zahlreichen reisemedizinischen Fragestellungen. Wissenschaftlicher Berater des Generalarztes der Luftwaffe und arbeits- / höhenmedizinischer Berater großer internationaler Konzerne. Aktive Ausübung zahlreicher Disziplinen des Bergsports, u.a. alpine Felstouren bis zum VI+. Grad UIAA, Eistouren und lange kombinierte Touren. Besteigung von mehr als 60 Bergen über 4000m Höhe.

Als Expeditionsarzt mehrfach in der Arktis und Leitung mehrerer wissenschaftlicher Expedition nach Nepal und Afrika (u.a. www.ademed.de). Intensive Vortragstätigkeit an Hochschulen und auf wissenschaftlichen Tagungen. Zahlreiche Veröffentlichungen zur Flug-, Reise-, Berg- und Höhenmedizin.

Prof. Dr. med. Thomas Küpper
FA f. Arbeitsmedizin, Sportmedizin,
Mountain Medicine (UIAA), Reisemedizin (DFR)
Inst. f. Arbeits- & Sozialmedizin
der RWTH Aachen



Rahmenprogramm

1. „Get Together“ im Brauhaus FRÜH

Treffpunkt:

14.09.2017 um 19:00 Uhr

Brauerei FRÜH

Am Hof 12, 50667 Köln

Vorherige Anmeldung notwendig!

Maximalanzahl: 30 Personen

Serviert werden kleine Häppchen sowie Kölsch.



Quelle: FRÜH Brauerei

2. Gesellschaftsabend, Rheinschifffahrt

Treffpunkt:

15.09.2017 um 19:00 Uhr

Abfahrt: 19:30 Uhr unter der Hohenzollernbrücke

Rückkehr gegen 23:00 Uhr

Name des Schiffes: **COLONIA 5**

Vorherige Anmeldung notwendig!

Maximalanzahl: 100 Personen

Im Rahmen des Festabends werden die Preise verliehen.

Für Speisen und Getränke ist gesorgt. Die Getränke werden zu Selbstkosten ausgeschenkt.



Foto: Jochen Hinkelbein

3. Altstadttour

Treffpunkt:

16.09.2017 um 19:30 Uhr

Treffpunkt: Domplatte, westlicher Eingang zum Dom an der Kreuzblume

Vorherige Anmeldung nicht notwendig!

Auf einer gemütlichen Tour durch die Altstadt von Köln erfahren Sie einige interessante Details und lernen in den Brauhäusern unterschiedliche Kölsch-Arten kennen.

Getränke und Essen zu Selbstkosten!



Foto: Jochen Hinkelbein

4. Römisch-Germanisches Museum

Treffpunkt:

17.09.2017 um 11:00 Uhr

Treffpunkt: Domplatte vorm Museum, 50667 Köln

Vorherige Anmeldung notwendig!

Maximalanzahl: 30 Personen



5. Simulatorflüge in Bell UH-1D und A320

Treffpunkt:

17.09.2017 nach Vereinbarung

Im Mediapark 5D

50670 Köln



Vorherige Anmeldung und Terminabsprache notwendig!

Maximalanzahl: 30 Personen



Fotos: YourCockpit, Köln

6. Schokoladenmuseum

Treffpunkt:

17.09.2017 ab 10 Uhr im Eingangsbereich des Museums
Am Schokoladenmuseum 1A
50678 Köln

Vorherige Anmeldung notwendig!

Maximalanzahl: 30 Personen



Fotos: Schokoladenmuseum Köln

Tagungsprogramm (Übersicht)

Donnerstag, 14.09.17				
19:00 Uhr	„Get Together“ im Brauhaus FRÜH			
Freitag, 15.09.2017				
08:30 bis 09:00	Eröffnung und Grußworte			
09:00 bis 09:30	Festvortrag (Prof. Dr. med. Stephan Hobe)			
	Hörsaal 1		Hörsaal 2	
09:30 bis 11:00	W-1 "Schweiz" Vorsitz: BRON/PIPPIG	1. M. Aebi (20 min)	F-1 9:30-10:15 (45 min)	I. Janicke Kardiologie
		2. R. Wattenwyl (20 min)		
		3. M. Reif (20 min)	F-2 10:15-11:00 (45 min)	J. Hedtmann Update Arbeitsmedizin
		4. G. Caruso (30 min) Industrievortrag!		
11:00 bis 12:30	W-2 "Raumfahrt I" je 20 min Vorsitz: LIMPER/HINKELBEIN	1. U. Limper	F-3 11:00-11:45 (45 min)	T. Pippig Osteologie
		2. A. Boschert		
		3. J. Hinkelbein	F-4 11:45-12:30 (45 min)	C. Stern Ophthalmologie
		4. V. Fiala		
12:30 bis 13:30	Mittagspause			
13:30 bis 15:00	W-3 "Beschleunigungs- physiologie" je 20 min. Vorsitz: LEDDERHOS/NEUHAUS	1. T. Frett	F-5 13:30-14:15 (45 min)	C. Panait EASA "certificati- on"
		2. C. Liemersdorf		
		3. S. Möstl	F-6 14:15-15:00 (45 min)	M. Komorowski Space Medicine
		4. T. Piotrowski		
15:00 bis 15:30	Kaffeepause			
15:30 bis 17:00	W-4 "Raumfahrt II" je 20 min Vorsitz: ULLRICH/LIMPER	1. C. Thiel (immune system)	F-7 15:30-16:00 (45 min)	M. Miesen Stress im Cockpit
		2. C. Thiel (gene expression)		
		3. C. Thiel (macrophage system)	F-8 16:00-16:30 (45 min)	S. Kalina Risikomanagement im Krankenhaus
		4. E. Hellweg		
17:00 bis 18:30	Mitgliederversammlung			
ab 19.00	Gesellschaftsabend (auf dem Rheinschiff)			

Samstag, 16.09.2017				
	Hörsaal 1		Hörsaal 2	
09:00 bis 10:30	W-5 "Militärische Flugmedizin" je 20 min Vorsitz: SCHICK/WEBER	1. S. Kühn 2. M. Rausch 3. M. Knaup 4. C. Ledderhos	F-9 9:00-9:45 (45 min) F-10 9:45-10:30 (45 min)	K. Kempf Evidenz in der flugmedizinischen Beurteilung J. Siedenburg Flugangst
10:30 bis 11:00	Kaffeepause			
11:00 bis 12:15	W-6 "Arbeitsmedizin" je 15 min Vorsitz: HEDTMANN/GLASER	1.J. Hedtmann 2. E. Hennecke 3. C. Mühl 4. M. Venus 5. E. Elmenhorst	F-11 11:00-11:45 (40 min) F-12 11:45-12:30 (40 min)	N. Krappitz Impfung T. Küpper Update Reisemedizin
12:15 bis 13:15	Mittagspause			
13:15 bis 14:15	W-7 "Raumfahrt III" je 15 min Vorsitz: ULLRICH/STERN	1. U. Drescher 2. U. Hoffmann 3. U. Limper 4. E. Lipke	F-13 13:15-13:45 (30 min) F-14 13:45-14:15 (30 min)	C. Juhran Neues aus der HNO F. Weber Update Neurologie
14:15 bis 15:00	W-8 "Rechtsmedizin" je 10 min Vorsitz: SCHWERER/SAUER	1. M. Schwerer 2. F. Fischer 3. D. Beer 4. C. Sauer	Neues aus Brüssel – das BMVI berichtet R. Kamp	
15:00 bis 15:15	Kaffeepause			
15:15 bis 16:15	„Würden Sie mit diesem Piloten fliegen?“, unter Leitung des LBA 4 - 6 Fälle je 10 min. Hörsaal 1			
16:15 bis 17:00	Posterpräsentationen (12 Poster je 3 min); alle Poster werden als PDF dem Auditorium präsentiert Hörsaal 1			
17:00 bis 18:00	Festvortrag (Prof. Dr. med. Thomas Küpper) Hörsaal 1			
Sonntag, 17.09.2017 Rahmenprogramm				

Kongressprogramm

Donnerstag, den 14.09.2017

- 11:00 Uhr Vorstandssitzung
14:00 Uhr Vorstandsratssitzung
16:00 Uhr Vorstandssitzung
- 19:00 Uhr „Get Together“ im
Brauhaus FRÜH

Freitag, den 15.09.2017

08:30 Uhr – 09:30 Uhr

Kongresseröffnung und Grußworte
Ort: Hörsaal 1

- **Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein**
Präsident der DGLRM
- **Prof. Dr. med. Edgar Schömig**
Ärztlicher Direktor, Universitätsklinikum
Köln (AöR)
- **Elfi Scho-Antwerpes**
Erste Stellvertreterin der Oberbürger-
meisterin der Stadt Köln
- **GenArztLw Generalarzt Prof. Dr. Rafael
Schick**
Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin
der Luftwaffe
- **Prof. Dr. med. Jens Jordan**
Leiter des Instituts für Luft- und Raum-
fahrtmedizin; DLR Köln

09:30 Uhr – 11:00 Uhr

W-1 „Schweiz“ (je 20 min.)

Ort: Hörsaal 1

Vorsitz: BRON/PIPPIG

- Effect of hypobaric and normobaric hy-
poxia vs. hypobaric normoxia on concen-
tration performance of pilot trainees.
[Aebi M]
- Entwickelt sich beim fliegenden Personal
ein effizientes Arbeitszeitmanagement
zum Fatigue-Risikofaktor? [Wattenwyl R]
- Entwicklung eines Risiko Screening Algo-
rithmus für asymptomatische Koronarer-

krankungen bei fliegendem Personal [Reif
M]

- Erhöhter Augen- und Laserschutz [Caruso
G] (Industrievortrag)

F1 - F2 (je 45 min.)

Ort: Hörsaal 2

- Kardiovaskuläre Auffälligkeiten: Verwei-
sung oder Konsultation – Beispiele aus
der Gutachtertätigkeit [Janicke I]
- Update Arbeitsmedizin [Hedtmann J]

11:00 Uhr – 12:30 Uhr

W-2 „Raumfahrt I“ (je 20 min.)

Ort: Hörsaal 1

Vorsitz: LIMPER/HINKELBEIN

- Erhöhter Hirndruck bei Astronauten –
Fakt oder Fiktion? [Limper U]
- IPCog – Intracranial Pressure and Cogni-
tion: Effects of Head-Down Tilt upon
brain perfusion [Boschert A]
- Early changes of protein expression in
Jurkat-T-cells during parabolic flight
[Hinkelbein J]
- DLR +30°AMS-Studie: Einfluss von nächt-
licher Oberkörperhochlagerung auf die
akute Höhenkrankheit und die Schlafqua-
lität in großer Höhe – Studiendesign und
erste Ergebnisse [Fiala V]

F3 - F4 (je 45 min.)

Ort: Hörsaal 2

- Die Osteologie, eine wenig beachtete En-
tität in der flugmedizinischen Begutach-
tung? [Pippig T]
- Update Ophthalmologie [Stern C]

12:30 Uhr – 13:30 Uhr

Mittagspause

13:30 Uhr – 15:00 Uhr

W-3 „Beschleunigungsphysiologie“

Ort: Hörsaal 1

Vorsitz: LEDDERHOS/NEUHAUS

- Einfluß veränderte Schwerkraft auf die Körperwahrnehmung [Frett T]
- Induktion von neuronaler Regeneration durch Hypergravitation [Liemersdorf C]
- Beat-to-Beat in Parabolic Flight: Wie sich der linke Ventrikel an rapide Volumenverschiebungen anpasst [Möstl S]
- Sauerstoffverbrauch bei Übungen auf einer Kurzarmzentrifuge [Piotrowski T]

F5-F6 (je 45 min.)

Ort: Hörsaal 2

- EASA certification [Panait C]
- Space Medicine [Komorowski M]

15:00 Uhr – 15:30 Uhr

Kaffeepause

15:30 Uhr – 17:00 Uhr

W-4 „Raumfahrt II“ (je 20 min.)

Ort: Hörsaal 1

Vorsitz: ULLRICH/LIMPER

- Cellular and molecular regulation in the immune system in altered gravity: Progressive damage or adaptation? [Thiel C]
- Stability of gene expression in human T cells in different gravity environments is clustered in chromosomal region 11p15.4 [Thiel C]
- ADAPTATION TO MICROGRAVITY IN THE MACROPHAGE SYSTEM [Thiel C]
- Intrazelluläre Signalwege und die Reise zum Mars [Hellweg E]

F7-F8 (je 45 min.)

Ort: Hörsaal 2

- Stress im Cockpit [Miesen M]
- Risikomanagement im Krankenhaus [Kalina S]

17:00 Uhr – 18:30 Uhr

Mitgliederversammlung

Ort: Hörsaal 1

Ab 19:00 Uhr

Gesellschaftsabend

Ort: Rheinschiff

Sonnabend, den 16.09.2016

09:00 Uhr – 10:30 Uhr

W-5 „Militärische Flugmedizin“ (je 20 min.)

Ort: Hörsaal 1

Vorsitz: SCHICK/WEBER

- Zerebrale Volumenänderungen im MRT nach 6-tägiger Höhenakklimatisation in 4554 m - Magnetresonanztomographische Ergebnisse der EFA – Studie - [Kühn S]
- Muskuläre Beanspruchung der Hals-, Nacken- und Schultermuskulatur unter Beschleunigungskräften in der Humanzentrifuge [Rausch M]
- Biomechanische Arbeitsplatzanalyse im Cockpit des Eurofighter 2000 [Knaup M]
- FORSCHUNG AUF DEM GEBIET DER BESCHLEUNIGUNGSPHYSIOLOGIE – QUO VADIS? AKTUELLE PUBLIKATIONEN UND IHRE IMPLIKATIONEN FÜR DIE ZUKUNFT [Ledderhos C]

F9-10 (je 45 min.)

Ort: Hörsaal 2

- Evidenz in der flugmed. Beurteilung [Kempf K]
- Flugangst [Siedenburg J]

10:30 Uhr – 11:00 Uhr

Kaffeepause

11:00 Uhr – 12:15 Uhr

W-6 „Arbeitsmedizin“ (je 15 min.)

Ort: Hörsaal 1

Vorsitz: HEDTMANN/GLASER

- Über die Weltmeere zum Mars [Hedtmann J]
- Auswirkungen von chronischem und akutem Schlafentzug sowie Erholungsschlaf auf positiven Affekt [Hennecke E]
- 24 Stunden totaler Schlafentzug führt zu kürzeren Fixationen bei visuellen Suchaufgaben [Mühl C]

- Human Performance and Limitations in Pilot Training – No Link between Classroom and Cockpit? [Venus M]
- Wirkung von Schlafentzug und Erholungsschlaf auf die Glukosetoleranz [Elmenhorst E]

F11-12 (je 40 min.)

Ort: Hörsaal 2

- Impfung [Krappitz N]
- Update Reisemedizin [Küpper T]

12:15 Uhr – 13:15 Uhr

Mittagspause

13:15 Uhr – 14:15 Uhr

W-7 „Raumfahrt III“ (je 15 min.)

Ort: Hörsaal 1

- Exercise Kinetics Analysis - Practical Applications for Space Flight (Analogues) [Drescher U]
- Nicht-invasive Abschätzung von transienten Unterschieden zwischen rechtem und linkem Ventrikelauswurf nach (simulierten) Gravitationsänderungen [Hoffmann U]
- Effekte einer 6-tägigen Höhenexposition auf die Gefäßbarriere Vorläufige Ergebnisse der DLR EFA-Studie [Limper U]
- Daktyloskopie im Zeitalter der Genetik - Fingerabdrücke als Grundlage der (genetischen) Identifizierung [Lipke E]

F13-14 (je 30 min.)

Ort: Hörsaal 2

- Neues aus der HNO [Juhran C]
- Update Neurologie [Weber F]

14:15 Uhr – 15:00 Uhr

W-8 „Rechtsmedizin“ (je 10 min.)

Ort: Hörsaal 1

- Molekulare Pathologie nach postmortaler CT-Angiographie [Schwerer M]
- Wertigkeit der Computertomographie in der forensischen Radiologie. Methodendiskussion unter besonderer Vorstellung der postmortalen CT-Angiographie. [Fischer F]
- Qualitätssicherung histologischer Diagnostik nach postmortaler CT-Angiographie [Beer D]
- Luftverkehrsgesetzes (28.06.16) – mögliche Verfahren zur Umsetzung des Gesetzes [Sauer C]

„Neues aus Brüssel – das BMVI berichtet“

Ort: Hörsaal 2

R. Kamp, BMVI

15:00 Uhr – 15:15 Uhr

Kaffeepause

15:30 Uhr – 16:30 Uhr

Vortrag unter Leitung des LBA

Ort: Hörsaal 1

„Würden Sie mit diesem Piloten fliegen?“,
4 - 6 Fälle je 10 min.

16:15 Uhr – 17:00 Uhr

Posterpräsentationen

12 Poster; je 3 min.

Ort: Hörsaal 1

17:00 Uhr – 18:00 Uhr

Festvortrag von Prof. Dr. med. Küpper

Ort: Hörsaal 1

„Faszination 'Alpine Luftrettung' –
Flugmedizin, Arbeitsmedizin, Abenteuer“

Abstracts

Vorträge

Aebi M, Bourdillon N, Millet G, Bron D

Effect of hypobaric and normobaric hypoxia vs. hypobaric normoxia on concentration performance of pilot trainees.

Einleitung: Military aircrew, mountaineers and high-altitude permanent residents are exposed to severe hypoxia. With terrestrial altitude (hypobaric hypoxia, HH), barometric pressure and consequently partial pressure of oxygen in the ambient air (PIO₂) and arterial oxygen saturation (SaO₂) are reduced. In laboratory, altitude can be simulated either by lowering inspired oxygen fraction (%FIO₂; normobaric hypoxia, NH) or in a hypobaric chamber (HH). Acute exposure to hypoxia seems to have a negative effect on cognition (McMorris et al., 2017) and working memory (Malle et al., 2013). HH and NH have been shown to induce different physiological responses (Millet et al., 2012) but to our knowledge their respective influence on cognition is unclear. Therefore, in the present study, we investigated the effect of acute HH, NH and hypobaric normoxia (HN; at the same barometric pressure than HH but with a hyperoxic breathing to obtain a PIO₂ equivalent to sea-level) on concentration test performance. For safety reasons, it is paramount to better understand how concentration and attention of aircrew are affected in different hypoxic conditions.

Fragestellung: Three hypotheses were tested: 1. Concentration performance may be decreased when exposed to 5000m (HH) compared to 3000m (HH) and normoxia. 2. HH at 5000m would affect more concentration performance compared to NH. 3. Finally, we hypothesized that HN would not affect concentration performance.

Methodik: Five healthy military pilot trainees (23.6 ± 1.1 years) performed two blocs of concentration test (Konzentrations-Leistungstest, Düker & Lienert, Hogrefe-Verlag 2001, Göttingen, Germany) in normoxia (Pretest; Break 1-2-3 and Post-test), 3000m and 5000m HH, 5000m NH (FIO₂ 11.2%) and 5000m HN (FIO₂ 39.4%) conditions in a randomized or-

der. Subjects had to perform as many calculations as possible trying not to commit any mistake for four minutes (2 minutes per bloc). Ten other subjects are planned until end of May. Subjects were naïve about the conditions and effects on physiological responses and the blinding of the protocol was efficient since subjects were unable to identify correctly the different hypoxic conditions.

Ergebnisse: Percentage of error seems to increase with altitude and was higher at 5000m ($10.7 \pm 6.8\%$) than 3000m in HH ($6.4 \pm 4.7\%$) or normoxia ($4.9 \pm 5.3\%$). Hypobaric hypoxia seems more challenging since the percentage of error was higher than in NH ($6.4 \pm 2.1\%$). Finally, HN condition induced a lower percentage of error ($6.0 \pm 4.7\%$) than in HH at 5000m. Because of low number of subjects (n=5) by now, it is not possible to show decent results yet. Final results with 15 subjects will be presented in September at the DGLRM conference.

Schlussfolgerungen: The effects of hypoxia on the physiological response to exercise have been extensively studied while the data on the cognitive efficiency in hypoxia remain scarce. For military pilots or any professional working in hypoxia, it is important to better understand how different altitudes and hypoxia conditions affect cognitive functions, such as perception, concentration and memory.

Beer D, Fischer F, Graw M, Schwerer M

Qualitätssicherung histologischer Diagnostik nach postmortaler CT-Angiographie

Einleitung: Im Rahmen der postmortalen CT-Angiographie wird sowohl der arterielle als auch der venöse Gefäßschenkel des Leichnams über die präparierten Leistengefäße mit einem lipophilen Kontrastmittel in einem Lösungsmedium aus flüssigem Paraffin durchströmt. Ob dies zu Artefakten im Gewebsbild führt, die eine feingewebliche Untersuchung von Organproben beeinträchtigen könnten, ist bislang nicht hinreichend untersucht.

Fragestellung: Kann an Obduktionsfällen nach postmortaler CT-Angiographie eine suffiziente histopathologische Diagnostik durchgeführt werden?

Methodik: Untersucht wurden Organasservate aus 19 gerichtlichen Leichenöffnungen, de-

nen eine postmortale CT-Angiographie mit lipophilem Kontrastmittel vorangegangen war. Die Proben wurden in 4%iger gepufferter Formalinlösung gehärtet und nach Entwässerung in der graduierten Alkoholreihe in Paraffin eingegossen. An Dünnschnittpräparaten von 4-5 µm Dicke wurden Hämatoxylin-Eosin-, Elastica-van-Gieson- sowie Berliner Blau-Färbungen durchgeführt. Zudem wurden Gefrierschnitte von fixiertem Gewebe ohne vorherige alkoholische Entwässerung gefertigt und mit der Sudan-Methode zur Fettsubstanzdarstellung gefärbt. Als erstes Organ wurde die Leber, in einem zweiten Schritt die Lunge histologisch begutachtet.

Ergebnisse: Eine feingewebliche Diagnostik im Hinblick auf die Zell- und Gewebsarchitektur war in allen Schnittpräparaten der Leber uneingeschränkt möglich. Die Bewertung von Einzelzellgrenzen bzw. der Kernmorphologie der Hepatozyten war in einem Teil der Fälle eingeschränkt. Die Lebergefäße sowie die Sinusoide stellten sich ganz überwiegend auch in der Fettsubstanzdarstellung optisch leer dar. Intrazytoplasmatische Vesikel bei Steatosis hepatis waren im Sinne einer internen Positivkontrolle regelrecht angefärbt. Teilweise dokumentierten sich atypische Querverbindungen läppchenzentraler Anteile der Sinusoide im Sinne artifizieller Veränderungen. Das Lungengewebe war architektonisch wie zytologisch unter Berücksichtigung autolysetypischer Veränderungen ebenfalls gut beurteilbar. Es dokumentierten sich jedoch in der Sudanfärbung feintropfige Lipidanteile sowohl im Gefäßbett als auch in den Alveolen. Das morphologische Bild der mutmaßlich angiographisch eingebrachten Fettsubstanzen war von dem, wie es bei einer vitalen Fettembolie zu erwarten wäre, nicht zu unterscheiden.

Schlussfolgerungen: Histologische Untersuchungen an Organasservaten gerichtlicher Leichenöffnungen nach postmortaler CT-Angiographie sind prinzipiell möglich, gehen jedoch in einem Teil der Fälle mit verminderter Ansprechbarkeit zytologischer Diagnosekriterien zumindest im Lebergewebe einher. Die fehlende Unterscheidbarkeit eingespülter körpereigener Fette von methodisch bedingten Lipidresten in der Lungenhistologie identifiziert den Verdacht auf eine ggf. todesur-

sächlich relevante Fettembolie als Kontraindikation für eine postmortale CT-Angiographie.

Boschert A, Rittweger J, Johannes B, Zange J, Gerlach D, Elmenhorst D, Bauer A, Li Z

IPCog – Intracranial Pressure and Cognition: Effects of Head-Down Tilt upon brain perfusion

Einleitung: Um die Auswirkung von Inaktivität und Flüssigkeitsverlagerungen des Körpers zu erforschen, wird in Studien die Kopftieflage zur Simulation der Schwerelosigkeit genutzt. Die meisten dieser Studien wurden bisher in -6° Kopftieflage durchgeführt. Neuere Erkenntnisse haben jedoch gezeigt, dass ein Winkel von -12° repräsentativer für Schwerelosigkeit ist. In Tiermodellen konnte nachgewiesen werden, dass Kopftieflage zu einer Erhöhung des intrakraniellen Drucks führt. Zudem konnte in einer von uns durchgeführten Studie eine 10-15 % Abnahme des zerebralen Blutflusses bei -12° Kopftieflage nachgewiesen werden. Es ist anzunehmen, dass eine solche Veränderung des Hirndrucks und der zerebralen Durchblutung auch Auswirkungen auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat. Diesbezüglich durchgeführte Studien konnten bisher zu keinem einheitlichen Ergebnis kommen, nicht zuletzt aufgrund der Fülle an genutzten Tests und möglicher Einflussfaktoren.

Fragestellung: Das Ziel dieser Studie war es, die kognitive Leistungsfähigkeit bei -12° Kopftieflage und horizontaler Lage zu vergleichen. Es sollten die Zusammenhänge zwischen Kopftieflage, Gehirndurchblutung/oxygenierung und Kognition erfasst werden. Annahme war, dass der durch die Kopftieflage veränderte zerebrale Blutfluss und erhöhte intrakranielle Druck die kognitive Leistungsfähigkeit beeinflusst.

Methodik: Die Studie wurde in einem randomisierten cross-over Design durchgeführt. Insgesamt dreizehn gesunde, männliche Probanden nahmen an der Studie teil. Zwei Probanden schieden vorzeitig aus. Jeder Proband kam zu zwei dreitägigen Terminen. An einem Termin wurde in -12° Kopftieflage gekippt, am anderen die horizontale Position beibehalten. Die experimentellen Sitzungen dauerten jeweils 24 Stunden. Die Messungen beinhalteten

ten eine kognitive Testbatterie, einschließlich eines Manometer-Tests, eine Nahinfrarot-Spektroskopie, eine transkranielle Dopplermessung der A. cerebri media, ein fMRT, sowie eine Ultraschallmessung der V. jugularis interna. Diese Messungen wurden jeweils in fester Abfolge mehrfach durchgeführt. Zusätzlich wurde nachts ein Schlaf-EEG aufgezeichnet, um so mögliche Auswirkungen der Kopftieflage auf den Schlaf zu erfassen.

Ergebnisse: Im primären Endpunkt der Studie – der Darbietungszeit des Manometer-Tests – zeigten sich nach der Nacht in Kopftieflage signifikant längere Zeiten ($p = 0.016$). Im Schlaf-EEG ergab sich nach Auswertung anhand der AASM-Richtlinien eine signifikante Abnahme des Tiefschlafes (N_3) in der Nacht, die in -12° Kopftieflage verbracht wurde.

Schlussfolgerungen: Die Studie konnte zum einen eine Veränderung der kognitiven Leistungsfähigkeit in Kopftieflage feststellen. Wie bei allen kognitiven Messungen ist es jedoch schwierig, die dafür verantwortlichen Faktoren zu identifizieren. So kann dies auf die Kopftieflage und die damit einhergehenden physiologischen Veränderungen zurückzuführen sein, jedoch sollten auch die Abnahme des Tiefschlafes sowie weitere Ursachen -wie beispielsweise Motivation und Stimmung- nicht außer Acht gelassen werden. Zudem konnte durch die Studie die bisherige Annahme einer in Kopftieflage veränderten Schlafqualität experimentell untermauert werden.

Caruso G

Erhöhter Augen und Laserschutz

Einleitung: CARUSO & FREELAND ist ein Schweizer Unternehmen, das seit 1997 F&E im Sonnenschutz arbeitet und den höchsten Augenschutz entwickelt hat. Die Firma arbeitet in Dermatologie, Ophthalmologie, Meteorologie, Biologie, Wissenschaft, Normierungen und Entwicklung und Herstellung von physikalischen Sonnenschutzprodukten. Erhöhte Strahlung, Alter, nicht ausbalancierte Ernährung, wenig Bewegung sowie Ozonschichtabnahmen, bringen neue Augenkrankheiten wie Katarakt, AMD und Netzhautablösung weiter voran.

Fragestellung: Warum ist ein 100% UV Schutzfilter in der heutigen Zeit ungenügend? Wenn wir nur die Wahl haben den vorderen

oder den hinteren Teil unserer Augen zu schützen, welchen Schutz würde Sie auswählen? Warum hat die Klimaveränderung einen Einfluss auf die Strahlungsintensität und auf uns? Wie stark ist das Blaulicht im Vergleich zum Innen- und Außenbereich? Wo droht uns die größere Gefahr? Wo ist die Blaulichtgefährdung höher im Äquatorbereich oder in der Nördlichen oder Südlichen Hemisphäre? Bei den durchgeführten Studien was müsste man weiter analysieren und warum? Warum empfehlen wir nach einer Katarakt OP einen erhöhten Schutz einzusetzen? Warum genügt eine 100% UV Sonnenbrille nicht? Was bewirkt eine Brille mit dunklen Gläsern ohne Seitenschutz? Wieviele Befehle kommen und auf wenn hört das Auge? LED was bringt uns diese Technologie und welche Spuren kann sie hinterlassen? Welchen Schutz geben die transparenten Blaulichtschutzkorrekturgläser die heute als Blaulicht eingesetzt werden? Warum Piloten, Bus-, Zug- und Lastwagenfahrer und viele andere, so gefährdet sind? Warum auf dem Wasser oder Schnee eine erhöhte Gefahr des Blaulichtes vorhanden ist? Was schützen die Cockpitscheiben wirklich? Warum sind die Piloten diesen extremen „Lichtstress“ ausgesetzt und was geht im Cockpit wirklich ab? AMD Diagnose; was kann man dagegen tun? Welche Faktoren können helfen wenn der Patient mitmacht? Lasertacken: Was bringen die heutigen Laserschutztechnologien und Maßnahmen wirklich? Reduzieren einige Maßnahmen die Sicherheit? Wenn ja warum?

Methodik: Wir zeigen das Spektrum und all den Wellenlängen mit dem wir täglich zu tun haben sobald wir unsere Haustür verlassen. Wissenschaftlich gesehen zeigen wir auf, welche Energiemenge wo am Auge absorbiert wird und die Strahlung kontinuierlich seine Spuren hinterlassen (Katarakt; AMD). Die Klimaerwärmung hinterlässt ihre Spuren für Tier, Pflanze und Mensch. Strahlungsintensität UV, Blaulicht und IR. Datenanalysierung des sichtbaren Lichtes „Blaulicht“. Kurze Aufzeichnung was wir nach einer Katarakt OP unbedingt empfehlen und falls dies nicht getan wird welche Konsequenzen daraus für den Patienten entstehen können. Die richtige Brillenform ist ein sehr wichtiger Bestandteil des Augenschutzes. Wie verhält sich die Mode in

diesem Bereich? LED vergleichen wir im Innenbereich mit dem Tageslicht im Außenbereich. Wir zeigen die Intensität in Lux bei Sonnenaufgang um 5.30 h morgens und wenn der Pilot die Sonne voll im Gesicht hat. Bsp. Flug von Asien nach Europa und warum das Blaulicht durch die Scheiben durchkommen und bis wohin sie gelangen? Wir zeigen wie wir den Lichtstress und die Performance der Piloten sowie die Sicherheit steigern können und der Schutz der gesamten Augen mit einbezogen wird. Stress verursacht Fehler. Fallbeispiel einer Person die eine AMD mit 55 diagnostiziert wurde. OCT Verlauf optisch nachvollziehbar und dies nach 3 ½ Jahre. Der Patient hat unglaubliches Ergebnis erreicht. (Rückbildung) Studien und Referenzen Im Laserschutzbereich kurz die verschiedenen Technologie vorzeigen Vor- und Nachteile und welche Sicherheiten man unbedingt überprüfen muss.

Ergebnisse: Strahlungsstärke (Prof. Sliney/ Prof Okuno, Dr. Schulmeister), Ozonschichtabnahme sowie neues Ozonloch in der Arktis 10. Februar 2016(Alfred Wegener Institut für Polar und Meeresforschung) gefunden „BOKU AT Ozonbericht 2006-2008“ Ratten mit nur 4500K „Protective effects of soft acrylic yellow filter against blue lightinduced retinal damage in rats“, Do blue light filters confer protection against age-related macular degeneration? (T.h. Margrain, M. Boulton, J. Marshall, D.H. Sliney; Hazards of solar blue light Prof. Tsutomu Okuno, Thermal Effect of visible light and infra-red radiation IRA and IRB and IRC on the eye : A study of infra-red Cataract based on a model Pro. Tsutomu Okuno, Human Melatonin and Alerting Response to blueenriched light depend on a polymorphism in the Clock Gene “circadian system” PER3 40 lux at 6500 K from Sarah L. Chellappa, Light Stress für Piloten, wichtige Form einer Brille, mehr Sicherheit durch einen gesamten Augenschutz der UV und Blaulicht sowie IR Strahlung und einen Seitenschutz beinhaltet. Die Pilotenbrillen müssen dann auch noch erweitert werden können indem die Brille die Möglichkeit anbietet ab 40 eine Lesebrille oder integrierte Korrekturbrille einzubauen. Achtung: EASA Vorschriften beachten Im Laserschutzbereich zeigen wir die verschiede-

nen Technologien mit ihren Vor- und Nachteilen.

Schlussfolgerungen: Wer glaubt man muss die Physik nicht ernst nehmen und kann Sie einfach umgehen, für den übernimmt das Auge den Schutz während seiner Lebenslaufbahn. Die Augen protokollieren täglich alles. Durch das erhöhte Alter, Strahlungszunahme, Lichtstress, Arbeit, Freizeit, Höhe, Mode (ohne Seitenschutz und Blaulichtschutz), unausgewogene Ernährung sowie Klimaveränderungen, Ozonabnahme und weitere Umweltfaktoren werden unsere Ressourcen „Auge“ schneller abgenutzt als uns lieb ist. Zusätzlich müssen wir wissen, dass jedes DNA stärker oder schwächer gebaut ist. Nehmen wir als Vergleich ein Glas, das je nach DNA verschiedene Größen hat. Dies wird täglich mit Tropfen gefüllt. Sobald es voll ist (Alter), kommt das Große Erschrecken bei vielen Menschen. Das Glas kann nicht mehr geleert werden. Es gibt für den hinteren Teil wie Makula und Netzhaut Menschen es gibt für das Auge im hinteren Bereich keine Ersatzteile. Wir müssen mit diesen wundervollen Organen unbedingt besser schützen. Durch fehlendes Wissen und mangelnde Aufklärung oder falsches Wissen, handeln die meisten Menschen inkorrekt und nehmen noch mehr Energie auf. Durch das erhöhte Alter das man erreicht, können viele Menschen in die gefährliche Zone (+30-40% höheres Alter). Dann können die oben erwähnten Augenkrankheiten zum tragen kommen. Wir empfehlen mit seinen einzigartigen Ressourcen (Augen), vernünftiger umzugehen und präventiv und frühzeitig in seine Augen zu investieren. Mit dem richtigen Verhalten, können wir im Alter über Sehen oder nicht Sehen mitentscheiden

Drescher U, Koschate J, Schiffer T, Brixius K, Schneider S, Hoffmann U

Exercise Kinetics Analysis - Practical Applications for Space Flight (Analogues)

Introduction: The measurement of oxygen uptake kinetics allows a valuable understanding of the integrated physiological processes during exercise. In the exercise steady-state, pulmonary oxygen uptake ($\dot{V}O_{2pulm}$) reflects the rate of oxygen consumed by the tissues ($\dot{V}O_{2musc}$). However, during non-steady-state these dynamics are dissociated.

The interactions of muscular gas exchange with the dynamics of the circulation and remaining body O₂ capacitances means that V'O₂pulm kinetics are not simply a time-shifted version of V'O₂musc, with an early distortion due to the dynamics of cardiac output (Q'). The information about the distortive effects and the time delay between V'O₂musc and V'O₂pulm is therefore essential for a proper estimation of V'O₂musc. It is hypothesized that by determining the distortive effects with a circulatory model application and time-series analysis will enable a reliable assessment of predicted V'O₂musc (Hoffmann et al. Eur J Appl Physiol 113: 1745-1754, 2013). Therefore, we aimed to apply the proposed method by means of different conditions (varied body postures; before and after Space flight; before and after endurance exercise training) to highlight the necessity to distinguish between V'O₂musc and V'O₂pulm kinetics for proper estimations of the involved physiological systems.

Methods: Three different subject groups (see Tab. 1) were subjected to PRBS work rate changes between 30W and 80W for the kinetics analysis (cycle ergometry). Heart rate (HR) was assessed beat-to-beat by electrocardiography (ECG) and gas exchange was measured breath-by-breath for V'O₂pulm. V'O₂musc kinetics were estimated by the non-invasive approach of Hoffmann et al. (2013).

The body positions group (A) was tested on a tilt table across different postures (-6°, 45°, and 75°).

The astronauts group (B) performed the kinetics tests pre- (L-; [days]) and post-flight (R+; [days]) at specific points in time (L-236; L-72; R+6; R+21).

The endurance training group (C) consisted of four subjects which were trained with a continuous (at 60% oxygen uptake reserve [V'O₂Reserve]) and five subjects with an interval (at 90% V'O₂Reserve) intervention method, each three times per week for six weeks.

Given a linear, time-invariant, first order (LTI) system the cross correlation function (CCF) of work rate (WR) and a second parameter (e. g. HR, V'O₂musc) indicate the kinetics responses of this parameter by the maximum (CCFmax) and its lag (CCFlag). Higher CCFmax-

values denote faster system responses and greater CCFlag-values more time-delayed responses. Differences in the physiological variables were analyzed either with a two-way repeated measure ANOVA or with Wilcoxon's ranked samples test as appropriate. The alpha level was set to 0.05 for statistical significance.

Results: *Group A:* For V'O₂pulm kinetics significant differences between -6° (CCFmax-values: 0.292 ± 0.040) and 45° (0.256 ± 0.034 ; $p < 0.01$; $n = 10$) as well as between -6° and 75° (0.214 ± 0.057 ; $p < 0.05$; $n = 10$) were detected at lag '40 s' of the CCF course as interaction effects (factors: Lag × Posture). HR and V'O₂musc kinetics yield no significant differences across the postures.

Group B: In the astronauts group the CCFmax of V'O₂musc differed significantly between L-236 and R+6 ($p=0.010$), between L-236 and R+21 ($p=0.030$) as well as between L-72 and R+6 ($p=0.043$). For CCFmax of V'O₂pulm a significant difference was observed ($p=0.011$) between L-236 and R+6.

Group C: Significant differences were found between pre- and posttraining intervention in absolute V'O₂peak (3.2 ± 0.3 vs. 3.7 ± 0.2 L·min⁻¹; $p<0.05$; $n=9$) and relative V'O₂peak (37 ± 5 vs. 41 ± 4 ml·min⁻¹·kg⁻¹; $p<0.05$).

Conclusion: The results of the different exercise conditions show a transient non-linear distortion in O₂ exchange between muscle and lung which often results in a significant difference between V'O₂musc and V'O₂pulm kinetics during dynamic exercise. This is likely due to the influence of cardiac output and venous return dynamics. Accounting for these distortions enables a more reliable assessment of V'O₂musc kinetics. This will improve the understanding of the altered adaptations in chronic disease and ageing, in daily life, by training and extreme environments, and will allow us to better target the involved physiological systems by therapeutic interventions to maintain health and to counteract deconditioning with appropriate training interventions.

Elmenhorst E-M, Hennecke E, Lange D, Fronczek J, Bauer A, Elmenhorst D, Aeschbach D

Wirkung von Schlafentzug und Erholungsschlaf auf die Glukosetoleranz

Einleitung: Schichtarbeit ist eine häufige Arbeitsform in der Luftfahrt, die mit einigen gesundheitlichen Risikofaktoren, wie dem Auftreten metabolischer Erkrankungen, assoziiert wurde. Auch bei Schlafverkürzung und zirkadianen Störungen, wie sie in Luftfahrtberufsfeldern vorkommen, wurden eine Verminderung der Glukosetoleranz und eine Zunahme der Insulinresistenz festgestellt.

Fragestellung: Ziel der Untersuchung war es, zu prüfen, ob eine durchwachte Nacht ähnliche Störungen der Glukosetoleranz wie chronischer Schlafmangel hervorruft, ob eine Erholungsnacht ausreichend ist, um die Glukosetoleranz nach chronischem Schlafmangel zu regenerieren, und ob die Kombination aus chronischem Schlafmangel und akutem Schlafmangel kumulative Wirkungen entfaltet.

Methodik: Die orale Glukosetoleranz wurde bei 36 Probanden während einer 12-tägigen Schlaflaborstudie viermal untersucht. Die Experimentalgruppe mit 21 Probanden (9 Frauen, mittleres Alter 26 ± 4 Jahre, BMI $23,1 \pm 1,9$) wurde am zweiten Basistag nach 8 Stunden Schlaf (d.h. Zeit im Bett), nach 5 Nächten mit 5 Stunden Schlaf, nach einer folgenden Erholungsnacht mit 8 Stunden Schlaf und nach einer weiteren durchwachten Nacht auf ihre Glukosetoleranz getestet. Die Kontrollgruppe mit 15 Probanden (5 Frauen, mittleres Alter 28 ± 6 Jahre, BMI $23,6 \pm 2,9$) wurde an den gleichen Tagen untersucht, jedoch schlief sie vor der durchwachten Nacht ausnahmslos 8 Stunden pro Nacht. Die Blutproben wurden nach dem Erwachen (> 10 Stunden nüchtern) und dann in 30-minütigen Intervallen nach Trinken einer Glukoselösung (75 g Glukose in 300 ml Wasser) über einen Zeitraum von 2 Stunden entnommen. Die Analyse des Einflusses der Faktoren ‚Experimentalbedingung‘ (4 Stufen), ‚Geschlecht‘ (2 Stufen) und ‚Gruppe‘ (2 Stufen) auf die Glukosetoleranz erfolgte mit einer mixed ANOVA. Die Ergebnisse der ANOVA wurden für multiples Testen nach Tukey adjustiert. Um für die 5 Blutentnahmezeitpunkte zu adjustieren, wurde das Signifi-

kanzniveau nach Bonferroni mit $\alpha=0.0125$ festgesetzt.

Ergebnisse: Nach 5 Nächten mit je 5-stündiger Schlafzeit zeigte sich die Glukosetoleranz im Vergleich zum Basistag vermindert. Die Blutglukose blieb zu den Zeitpunkten $t=60$ min ($p=0.0156$), $t=90$ min ($p=0.0007$) und $t=120$ min nach Glukoseaufnahme ($p=0.0002$) erhöht. Nach der Erholungsnacht blieben die Werte $t=60$ min (auf Trendniveau $p=0.0498$) und $t=90$ min erhöht ($p=0.0084$). Der akute Schlafentzug zeigte keine Auswirkungen auf die Glukosetoleranz der Experimental- und Kontrollgruppe verglichen zum Basistag.

Schlussfolgerungen: Die Verkürzung der Schlafzeit auf 5 Stunden an 5 aufeinanderfolgenden Nächten verminderte die Glukosetoleranz. Eine Nacht mit 8-stündiger Schlafzeit war nicht ausreichend, um die Glukosetoleranz auf das Basisniveau zurückzuführen. Eine durchwachte Nacht erbrachte keine Veränderungen der Glukosetoleranz und wirkte auch nicht zusätzlich kumulativ zu vorherigem chronischem Schlafentzug. Nach chronischem Schlafmangel scheinen im Vergleich zu akutem Schlafmangel andere metabolische Mechanismen aktiv zu werden.

Fiala V, Elmenhorst E-M, Klein T, Gauger P, Tank J, Limper U

DLR +30°AMS-Studie: Einfluss von nächtlicher Oberkörperhochlagerung auf die akute Höhenkrankheit und die Schlafqualität in großer Höhe – Studiendesign und erste Ergebnisse

Einleitung: Bergsteiger und Astronauten leben und arbeiten in einer herausfordernden Umwelt mit einer Vielzahl an Gefahren für die menschliche Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Bei Bergsteigern führt die hypobare Hypoxie zu einer Vasodilatation zerebraler Gefäße. Durch Ödembildung und Venokompression steigt der intrakranielle Druck und es kommt zur akuten Bergkrankheit (ABK). Schlafen in der Höhe in horizontaler Position schränkt den venösen Abfluss weiter ein. Bei Astronauten führt die Schwerelosigkeit zu einer venösen Stauung des Kopfes, wodurch es zu Kopfschmerzen und Augenveränderungen kommen kann. Eine nichtmedikamentöse Prophylaxe gegen einen erhöhten venösen intrakraniellen Druck könnte die Gesundheit

beider Kollektive schützen und medizinische Hürden auf dem Weg zum Mars abbauen.

Primäre Hypothese: Nächtliche 30°-Oberkörperhochlagerung in der Höhe reduziert ABK in Bergsteigern im Vergleich zur üblichen horizontalen Schlafposition.

Sekundäre Hypothese: Nächtliche 30°-Oberkörperhochlagerung in der Höhe verbessert die Schlafqualität in Bergsteigern im Vergleich zur üblichen horizontalen Schlafposition.

Studiendesign: Eine randomisiert-kontrollierte monozentrische Studie.

Probanden: 130 Bergsteiger, welche nach aktivem Aufstieg eine Nacht auf der Capanna Regina Margherita (CRM) auf 4554 m in den Walliser Alpen verbringen. Einschlusskriterium ist das Vorhandensein ABK am Abend des Ankunftstages auf der CRM, definiert als Lake Louise Score > 3 und < 12 Punkten (1). Primärer Studien-Endpunkt ist die Differenz ABK in der Gruppe +30° gegen die Gruppe „horizontal“ gemessen mit dem AMS-C Score des Environmental Symptom Questionnaire III (2). Sekundärer Endpunkt ist die baseline-adaptierte Schlafqualität (3). Explorative Endpunkte sind die arterielle Sauerstoffsättigung und die Herzfrequenz.

Ergebnisse: Die Studie wird im August 2017 durchgeführt. Es werden erste vorläufige Ergebnisse präsentiert.

Fischer F, Beer D, Schwerer M, Graw M **Wertigkeit der Computertomographie in der forensischen Radiologie. Methodendiskussion unter besonderer Vorstellung der postmortalen CT-Angiographie**

Einleitung: Die radiologische Untersuchung vor gerichtlicher Leichenöffnung stellt eine seit mehreren Jahrzehnten bewährte Unterstützungsmethode für die makroskopische Begutachtung des Leichnams, seiner Organe und Verletzungen dar. Über die letzten Jahre erfolgte ein Wechsel des Methodenstandards von der klassischen Durchleuchtung bzw. dem konventionellen Röntgenbild hin zur computertomographischen Untersuchung. In jüngeren Studien wird diese in der CT-Angiographie um eine postmortale Gefäßdarstellung ergänzt.

Fragestellung: Gibt es Vorteile des Computertomograms gegenüber dem klassischen

Röntgen, die auch im militärischen Kontext bzw. in der Flugunfalluntersuchung relevant sein könnten? Gilt dies auch für die postmortale CT-Angiographie?

Methodik: Aus dem Bildarchiv der Arbeitsgruppe forensische Radiologie des Instituts für Rechtsmedizin der Universität München wurden Fallbeispiele ausgewählt und sollen mit ihrer Wertigkeit in der Begutachtung der forensischen Fragestellungen demonstriert werden.

Ergebnisse: Die zu demonstrierenden Einzelfälle unterstreichen die erleichterte Auffindbarkeit von Projektilen oder anderen Fremdkörpern in der Obduktion aufgrund der Ergebnisse der vorab durchgeführten Computertomographie. Auch der Ausschluss eines Projektils im Körper kann hierdurch deutlich erleichtert werden. Die Bilder der postmortalen CT-Angiographie dokumentieren teils auch in aufwendiger Präparation in der Obduktion mutmaßlich nicht in dieser Präzision zu sichernde Gefäßwandschäden.

Schlussfolgerungen: Die Computertomographie sowie die postmortale CT-Angiographie stellen deutliche Weiterentwicklungen in der forensischen Radiologie im Vergleich zu konventionellen Röntgenaufnahmen dar.

Frett T, Ferre E, Acedo J, Haggard P **Einfluß veränderte Schwerkraft auf die Körperwahrnehmung**

Einleitung: Das menschliche Gehirn entwickelt eine stabile Wahrnehmung seiner Umwelt durch eine effiziente Repräsentation und Interpretation der Sinneseindrücke. Die Interpretation wird dabei von zwei Faktoren beeinflusst, den bis-herigen gelernten Erfahrungen und der Wahrscheinlichkeit, dass ein wahrgenommener Stimulus korrekt ist. Entscheidend für beide Faktoren ist die richtige Kodierung und Dekodierung der unterschiedlichen Sinneseindrücke, welche durch physiologische Störgrößen (Rauschen) beeinflusst werden. So erzeugen bspw. kurze visuelle Eindrücke in den beteiligten Nervenzellen nur wenige brauchbare Signale und damit eine geringe Wahrscheinlichkeit, dass der visuelle Eindruck korrekt ist. Dies führt dazu, dass andere Sinneseindrücke die Wahrnehmung stärker beeinflussen. Durch eine Veränderung üblicherweise stabiler Umweltparameter wie

der Gravitation kann so die Wahrnehmung verändert werden, was einen Einfluss auf Entscheidungen bspw. bei Piloten oder Astronauten haben kann.

Fragestellung: Im Rahmen einer Studie wurde der Beitrag des Vestibularorgans auf die generelle räumliche Orientierung bei unzureichendem visuellen Input erforscht. Hierbei wurde die Hypothese hinterfragt, dass eine veränderte Schwerkraftumgebung einen Einfluss auf die räumliche Orientierung hat, wenn der visuelle Input unterrepräsentiert ist.

Methodik: 10 Probanden führten eine Aufgabe im Sitzen jeweils unter Erdschwerkraft (Kontrolle) und bei +1 Gz auf einer Kurzarm-Humanzentrifuge (SAHC, DLR Köln) durch. Die Aufgabe bestand darin, anhand zweier visueller Szenen ihre Körperhaltung zu beurteilen. Beide Szenen wurden mit einem kurzen Abstand präsentiert, um einen unzureichenden visuellen Eindruck zu generieren. Szene B unterschied sich von Szene A in einer virtuell veränderten Betrachtungsposition insofern, als sich in Szene B entweder der Gierwinkel (Betrachtungswinkel wie bei einer Kopfdrehung nach rechts oder links) oder der Abstand (scheinbare Bewegung vor oder zurück) von dem Bild in Szene A unterschied.

Ergebnisse: Im Vergleich zur Kontrolle schätzten die Probanden den Abstand in Szene B signifikant näher ein ($t(9)=2.568$, $p=0.030$). Es wurden keine signifikanten Unterschiede bei der Entscheidung des Gierwinkels gefunden.

Schlussfolgerungen: Die Ergebnisse deuten auf einen deutlichen Einfluss des Vestibularorgans auf die räumliche Orientierung bei unzureichenden visuellen Eindrücken hin. Die räumliche Wahrnehmung scheint damit dynamisch von der Schwerkraftwahrnehmung abzuhängen und kann, bei alternierenden Gravitationsbedingungen und unzureichenden visuellen Eindrücken, zu Fehleinschätzungen der eigenen Körperposition führen. Unspezifische Effekte, die auf die Zentrifugation im Allgemeinen zurückzuführen sind, können aufgrund des signifikanten Effekts in der Abstandseinschätzung gegenüber der Änderung im Gierwinkel als unwahrscheinlich zurückgewiesen werden.

Hedtmann J, Felten C, Oldenburg M, Neubauer B, Jensen H-J

Über die Weltmeere zum Mars

Einleitung: Die Eroberung neuer Welten begann spätestens mit der Seefahrt. Insofern haben der moderne Flugverkehr und die Raumfahrt dort ihre Wurzeln. Viele Traditionen zeugen noch davon. Insofern liegt es nah, zu prüfen, welche Tätigkeitsmerkmale die moderne Seeschifffahrt mit der Raumfahrt verbinden. Denn im normalen Berufsalltag der Besatzung von Seeschiffen findet sich eine Population, die durch vergleichbare Rahmenbedingungen, wie z.B. Isolation, belastende Arbeitsumgebung oder multiethnische Crews gekennzeichnet ist.

Fragestellung: In der 2017 veröffentlichten „Hamburg Seafarer Study“, einem Projekt der BG Verkehr und des Zentralinstitutes für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin in Hamburg, sollten psycho-mentale und psychophysische Fehlbelastungen und Fehlbeanspruchungen an Bord von Seeschiffen mit multiethnischen Besatzungen untersucht und Präventionsstrategien entwickelt werden. In dieser ergänzenden Betrachtung soll nun geprüft werden, inwieweit sich die Ergebnisse für die praxisnahe Beobachtung von Prozessen eignen, die sich an Bord von interplanetarischen Raumschiffen abspielen könnten.

Methodik: Über einen Zeitraum von vier Jahren wurden 22 Messreisen auf Containerschiffen unterschiedlicher Flaggen durchgeführt. An den personenbezogenen Datenerhebungen nahmen 325 Seeleute aus verschiedenen Nationen teil, Offiziere wie Mannschaften. Die psychischen Belastungen, Kommunikationshindernisse und gesundheitlichen Risiken wurden mit Fragebögen und standardisierten Interviews erfasst, körperliche Aktivität wurde aufgezeichnet und Tagesschläfrigkeit mittels Pupillometrie gemessen. Daneben erfolgten Cortisolbestimmungen im Speichel und die Messung von Lärm und Vibrationen. Für diese Arbeit wurden die Ergebnisse raumfahrtbezogener Isolationsstudien zum Vergleich herangezogen.

Ergebnisse: Die Auswertung der diversen Messungen zeigt unter anderem die Belastung durch mangelnde Kommunikationsmöglichkeiten mit den Familien und ein in Abhängigkeit von der Wachenteilung objektivierba-

res Schlafdefizit. In Abhängigkeit vom Status sind weitere Belastungen durch Verantwortung, Zeitdruck, Qualitätsdefizite, Isolationserlebnisse und insbesondere bei den Mannschaften durch die Sprachbarriere objektivierbar. Letztere macht sich in Kombination mit der in verschiedenen Ethnien sehr unterschiedlich ausgeprägten Fehlerkultur besonders deutlich bemerkbar und kann sich zum Sicherheitsproblem entwickeln. Traumatisierende Erfahrungen mit Havarien und schweren Unfällen tragen zum Gesamtbild bei. Bei den wenigen Möglichkeiten zum kurzzeitigen Verlassen des Schiffes offenbaren die besuchten sozialen Einrichtungen, welche Möglichkeiten während der Fahrt besonders vermisst werden.

Schlussfolgerungen: Im Vergleich zu anderen Isolationsstudien ergeben sich interessante Parallelen und ergänzende Informationen. Insbesondere unter dem Aspekt, dass das Personal zukünftiger Raumflüge nicht nur hochqualifizierte Personen umfassen wird und auch die ethnische Zusammensetzung den aktuellen Schwerpunkt in der Raumfahrt nicht auf Dauer widerspiegeln wird, bietet sich die Beobachtung der Belastungssituation auf Seeschiffen als relevante Ergänzung bestehender Studien an.

Hellweg C, Koch K, Chrishti A, Spitta L, Diegeler S, Henschenmacher B, Konda B, Feles S, Schmidt C, Baumstark-Khan C

Intrazelluläre Signalwege und die Reise zum Mars

Einleitung: Bevor wir die lange Reise zum Mars antreten, müssen wir die kleinsten Wege, die Signalwege in den Körperzellen, die durch Weltraumstrahlung moduliert werden, verstehen. Diese frühen Ereignisse können den Weg für spätere Erkrankungen wie Krebs oder Katarakt bereiten. Die Schwerionenkomponekte der Weltraumstrahlung zeichnet sich durch einen mittleren bis hohen linearen Energietransfer (LET) und eine hohe biologische Wirksamkeit aus. Die DNA-Schadensantwort als Schalter zwischen Zelltod oder -überleben steht im Zentrum der Strahlenantwort. Der Nuclear Factor κ B (NF- κ B) Signalweg kann Teil der Reaktion auf durch ionisierende Strahlung induzierten zel-

lulären Antwort sein und steuert Immun-, Entzündungs- und Überlebensreaktionen.

Fragestellung: Welche Rolle spielt der NF- κ B-Signalweg in der Reaktion auf verschiedene, Weltraum-relevante Strahlenarten?

Methodik: Die Aktivierung von NF- κ B wurde in eine NF- κ B-Reporterzelllinie (HEK-pNF- κ B-d2EGFP/Neo L2) untersucht. Die NF- κ B-abhängige Reporterexpression (d2EGFP) nach Exposition mit ionisierender Strahlung (Röntgenstrahlen und schwere Ionen im breiten Bereich von LET: 0,3 - 9674 keV/ μ m) wurde im Durchflusszytometer gemessen. Die Rolle einzelner Komponenten des Pathways wurde durch Verwendung von ATM- oder Proteasom-Inhibitoren aufgeklärt. Des Weiteren wurde der Signalweg durch stabile Transfektion der Zellen mit einem kurzen Haarnadel-RNA-(shRNA) Plasmid ausgeschaltet, welches den Knockdown der NF- κ B-Untereinheit p65/RelA bewirkt. Das Überleben wurde mit dem Koloniebildungstest bestimmt. Die biologische Wirksamkeit (RBE) für die NF- κ B-Aktivierung und die Reduktion des zellulären Überlebens wurden für jede Strahlungsqualität berechnet. Der Einfluss des LET der untersuchten Schwerionen auf die NF- κ B-Zielgenexpression wurde durch Reverse Transkriptase quantitative real time PCR (RT-qPCR) analysiert.

Ergebnisse: Experimente mit chemischen Inhibitoren zeigten, dass der DNA-Schadenssensor ATM und das Proteasom für die NF- κ B-Aktivierung als Reaktion auf Röntgenstrahlen und schwere Ionen essentiell sind. Der stabile Knockdown von RelA führte zu einer höheren Empfindlichkeit gegenüber Röntgenstrahlen, aber nicht gegenüber schweren Ionen. Es wurden keine Unterschiede zwischen untransfizierten und RelA-Knockdown-Zellen beim Durchschreiten des Zellzyklus unter physiologischen Bedingungen beobachtet, mit Ausnahme einer verlängerten lag-Phase bei RelA Knockdown-Zellen. Ein dosis- und strahlungsqualitätsabhängiger Stopp in der G2-Phase des Zellzyklus trat sowohl bei untransfizierten als auch bei RelA-Knockdown-Zellen auf. Die NF- κ B-Aktivierung und die NF- κ B-abhängige Genexpression traten als früher Schritt in der zellulären Strahlenantwort auf. NF- κ B-Aktivierung und NF- κ B-abhängige Genexpression durch

schwere Ionen waren im LET-Bereich von 50-300 keV/ μ m am höchsten. Die Expression von mehreren Chemokinen und Zytokinen (CXCL1, CXCL2, CXCL10, IL-8 und TNF) wurde hochreguliert, dabei hing das Ausmaß der Hochregulation vom LET ab.

Schlussfolgerungen: Ein Überlebensvorteil durch NF- κ B-Aktivierung wurde nur nach Röntgenbestrahlung und nicht nach Exposition mit schweren Ionen beobachtet. Die hochregulierten Chemokine und Zytokine könnten für die interzelluläre Kommunikation zwischen bestrahlten und nicht bestrahlten Zellen (Bystander-Effekt) wichtig sein. Ihre Rolle in der Zell- und Gewebereaktion auf ionisierende Strahlung muss weiter untersucht werden, da sie proinflammatorische Effekte hervorrufen können.

Hennecke E, Lange D, Fronczek J, Bauer A, Aeschbach D, Elmenhorst D, Elmenhorst E-M
Auswirkungen von chronischem und akutem Schlafentzug sowie Erholungsschlaf auf positiven Affekt

Einleitung: Schichtarbeit bringt Unregelmäßigkeiten im Schlaf-Wach-Rhythmus mit sich, welche häufig zu Schlafdefiziten führen, da der Körper sich oft nur unzureichend an die wechselnden Rhythmen gewöhnen kann. Neben Leistungseinbußen wurde gezeigt, dass sowohl chronischer als auch akuter Schlafmangel zu reduziertem positivem Affekt führen kann. Länger anhaltender verkürzter oder gestörter Schlaf ist mit affektiven Störungen assoziiert. Die folgende Studie untersuchte, ob die Effekte von chronischem Schlafentzug auf positiven Affekt durch eine Erholungsnacht rückläufig sind, und wie sich eine darauf folgende verlängerte Wachzeit auf den positiven Affekt im Sinne von kumulativen Wirkungen auswirkt.

Fragestellung: Die folgende Studie untersuchte die Auswirkung von 1) fünf Tagen chronischem Schlafentzug, 2) einer Erholungsnacht nach chronischem Schlafentzug und 3) zusätzlichem, akutem Schlafentzug bei chronischem Schlafdefizit, auf positiven Affekt.

Methodik: 27 gesunde Probanden verbrachten zwei Basisnächte (8 h Schlafmöglichkeit (time in bed: TIB)) und entweder fünf Nächte à 5 h TIB und eine Nacht à 8 h TIB (Experimen-

talgruppe: N = 18, mittleres Alter = 26 ± 3 Jahre) oder sechs Nächte à 8 h TIB (Kontrollgruppe: N = 9, mittleres Alter = 25 ± 5 Jahre) im Schlaflabor, bevor sie 38 h wach blieben. Der Stimmungsfragebogen „Positive and Negative Affect Schedule“ (PANAS) wurde von den Probanden jeden Morgen um 9:00 Uhr ausgefüllt. Differenzen zwischen dem Stimmungswert des zweiten Basisnachts und den Experimentaltagen wurden gebildet. Werte wurden innerhalb der Gruppe mit Wilcoxon Tests mit Bonferroni-Korrektur für multiples Testen verglichen.

Ergebnisse: Der positive Affekt war bereits nach der ersten 5-stündigen Nacht reduziert ($\Delta 5,06 \pm 3,78$; $p < 0,001$). Eine 8-stündige Erholungsnacht reichte nicht, um die Stimmungseinbußen nach fünf Tagen chronischem Schlafentzug vollständig rückgängig zu machen, was sich darin zeigte, dass positiver Affekt nach der Erholungsnacht noch vergleichbar zum Wert nach 5 Tagen chronischem Schlafentzug war ($\Delta 1,33 \pm 4,67$; $p = 0,18$). Eine darauf folgende durchwachte Nacht sorgte für eine weitere Abnahme in positivem Affekt ($\Delta 4,11 \pm 4,27$; $p = 0,001$). Ein Vergleich von positivem Affekt nach chronischem Schlafentzug (Experimentalgruppe) und akutem Schlafentzug (Kontrollgruppe) wies keinen statistischen Unterschied auf (Mann-Whitney-U-Test, $\Delta = -1.44$; $p = 0,5$).

Schlussfolgerungen: Fünf Tage chronischer Schlafentzug führte zu einer lang anhaltenden Verminderung des positiven Affekts, die nach einer 8-stündigen Erholungsnacht nicht vollständig rückläufig war. Zusätzlicher, akuter Schlafentzug führte zu einer weiteren Affektreduzierung. Eine durchwachte Nacht ohne vorherigen chronischen Schlafentzug hatte die gleiche Wirkung auf den positiven Affekt wie fünf Tage chronischer Schlafentzug. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Auswirkungen von verkürztem Schlaf auf den Affekt langwierig sein können und unterstreichen somit die Wichtigkeit gut durchdachter Schichtpläne mit angemessenen Ruhezeiten.

Hinkelbein J, Members of the "Proteomics during parabolic flight" group

Early changes of protein expression in Jurkat-T-cells during parabolic flight

Background: During microgravity, loss of immune competence is a well known and observed phenomenon and has significant impact on human space flight. Today, the underlying causes and molecular mechanisms are not completely understood. Recent studies suggested that loss of immune competence might be caused by structural changes in cells.

Aim: The aim of the present study was to analyze early alterations in protein expression in immune competent Jurkat-T-cells during parabolic flight as a surrogate of microgravity.

Material and methods: Jurkat-T-cells were transported in containers during parabolic flights. A parabolic flight includes phases with 1G, +1.8G, and 0G. Cells were, therefore, assigned to 4 different groups: Ground Control (GC), 1G, 1.8G, and 0G. During these specific flight phases, cells were stopped by adding buffer. After the flight, cells were stored in -80°C and prepared for further proteomic analysis. Two-dimensional gel electrophoresis (2D-DIGE) followed by peptide mass fingerprinting using mass spectrometry to compare gel-pairs (GC vs. 1G vs. 1.8G vs. 0G). Experiments were carried out by TopLab, Martinsried, Germany. Statistical analysis was performed with Delta2D (Decodon, Greifswald; $p < 0.01$). Biological functions of differential regulated proteins were studied using functional network analysis (GeneMania and STRING software).

Results: A total of 1.500 protein spots were identified by 2D-DIGE. Altogether, 14 differentially regulated spots/proteins were identified by statistical analysis and were analyzed and identified by MALDI-TOF. All proteins, except ALBUMIN were related to bovine proteins and not human cells.

Conclusions: Proteomic analysis of Jurkat-T-cells during parabolic flight and microgravity was feasible but showed no alterations in human proteins of Jurkat-T-cells. The reason is not clear yet but may be related to contamination with bovine proteins in the buffer or simply that no early protein alterations occur.

In the future, it is necessary to analyse additional changes in RNA and DNA.

Hoffmann U, Koschate J, Thieschäfer L, Drescher U, Dumitrescu D, Werner A

Nicht-invasive Abschätzung von transienten Unterschieden zwischen rechtem und linkem Ventrikelauswurf nach (simulierten) Gravitationsänderungen

Einleitung: Durch Gravitationsänderungen kommt es zu Veränderungen des zentralvenösen Rückflusses. Dies führt zu Veränderungen in der Einlagerung von Blutvolumen in den Thorax und hierdurch zu unterschiedlichen pulmonalvenösen Füllungen.

Fragestellung: In dieser Untersuchung wurde das Herz-Zeit-Volumen (HZVBP), abgeschätzt über den Blutdruckverlauf, mit dem Herz-Zeit-Volumen (HZVFick), dass sich aus der respiratorischen O₂-Aufnahme (V'O₂) und der arterio-venösen Differenz (avDO₂) nach dem Fick-Prinzip ergibt, verglichen.

Methodik: 12 Probanden nahmen an Untersuchungen in der Zentrifuge, während Parabelflügen und auf dem Kipptisch teil. Die Gravitationsänderung (Gz) wurde in drei Intervallen (I₁, I₂, I₃) zu jeweils 22 s bis 25 s durchgeführt: (a) in der Zentrifuge ausgehend von 1,7 g: 2,1 g - 1,2 g - 1,7 g; (b) in der Parabel 1,8 g - 0 g - 1,8 g; (c) auf dem Kipptisch ausgehend von 0,91 g auf 1 g - 0,1 g - 1 g (entspr. 65° - 90° - 6°). V'O₂ wurde im Einzelatemzugverfahren mit der Spiroergometriesystem Zan 680 (Zan Meßgeräte GmbH, Oberthulba, Deutschland), Herzfrequenz (HR) und Schlagvolumen (SVBP) wurden pro Herzschlag mittels Portapres M2 mit Beatfast-Analysis Software (Finapres, Amsterdam, Niederlande) bestimmt. HZVBP ergibt sich aus HR und SVBP. Die avDO₂ wurde als Mittelwert der V'O₂ und HZVBP über 30 s vor den Intervallen I₁ bis I₃ ermittelt.

Ergebnisse: Besonders auffällig waren die Anstiege des HZVFick zu Beginn des I₂ nach Gz-Senkung. Veränderungen im HZVBP waren in der Zentrifuge in diesem Intervall moderater (2 L min⁻¹ vs. 3 L min⁻¹), bei der Parabel praktisch nicht vorhanden und beim Kipptisch sogar als leichten Abfall zu beobachten (-1 L min⁻¹ vs. 6 L min⁻¹). In I₃ zeigten sich sowohl in der Parabel und beim Kipptisch

starke HZVBP-Anstiege. Für HZVFick zeigte sich nur in der Parabel ein ähnlicher Verlauf.

Schlussfolgerungen: Es muss vermutet werden, dass eine vorübergehende Asymmetrie zwischen links- und rechtsventrikulärem Schlagvolumen besteht. Dies ist bedingt durch die Veränderung in der Hämodynamik beim Zufluss zur Lunge und in der Lunge selbst. Mögliche zentrale avDO₂-Änderungen könnten diese Beobachtungen nur teilweise erklären. Das Verfahren bietet damit auch die Möglichkeit, Veränderungen in der pulmonal-venösen Füllung abzuschätzen.

Janicke I

Kardiovaskuläre Auffälligkeiten: Verweisung oder Konsultation – Beispiele aus der Gutachtertätigkeit

Einleitung: Kardiovaskuläre Auffälligkeiten zählen zu den häufigsten Gründen für eine Verweisung bei Klasse I Piloten oder erfordern eine Konsultation nach zufriedenstellender kardiologischer Untersuchung bei Klasse II Piloten.

Fragestellung: Wie muss ich als AME vorgehen z.B. bei neu aufgetretenem komplettem RSB oder LSB, WPW mit oder ohne Symptome oder z.B. nach einem Aorta ascendens Ersatz mit Bioprothese bei einem Klasse I Berufspiloten? Oder bei einer KHK?

Methodik: Aktuelle Gutachterfragen sollen dem AME praktisches Wissen vermitteln und ihn auf einen Entscheidungspfad führen.

Ergebnisse: Im Falle einer Verweisung übermittelt der AME / AeMC die medizin. Unterlagen an die Behörde. Nach Gutachtenerstellung mit fachkardiologischen Empfehlungen trifft die Behörde die abschließende Entscheidung und füllt das Zeugnis ohne/mit Einschränkungen aus. Im Falle einer Konsultation nehmen der AME / das AeMC nach zufriedenstellender kardiologischer Beurteilung in eigener Zuständigkeit und Verantwortung eine abschließende Tauglichkeitsbeurteilung nach der EU-Verordnung 1178/2011 vor (Erlass BMVI 6.12.2013) und stellen das Zeugnis ohne/mit Einschränkungen aus.

Schlussfolgerungen: Da viele kardiovaskuläre Auffälligkeiten einer kardiologischen Beurteilung zu unterziehen sind, ist es empfehlenswert als AME / AeMC mit einem Kardiologen zusammenzuarbeiten, dem die spezifischen

flugmedizinischen Fragestellungen vertraut sind. Die kardiologischen Anforderungen bei den o.g. Gesundheitsstörungen sind in den Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Part Med (2011 und 2013) klar formuliert und bilden die Grundlage mit nahezu Rechtscharakter.

Knaup M

Biomechanische Arbeitsplatzanalyse im Cockpit des Eurofighter 2000

Einleitung: In der Arbeitswelt - insbesondere aber in der zivilen wie militärischen Fliegerei - spielt der „Faktor Mensch“ eine zunehmend bedeutsame Rolle. In aller Regel sind es heute menschliche Leistungsgrenzen, die die Performance des Mensch-Maschine-Systems begrenzen. „Human Performance Enhancement“ (HPE) drückt das Bestreben aus, diese Leistungsgrenzen zur Verbesserung der Systemperformance, Ausweitung der Belastungswiderstände und Erhöhung der Arbeits- und im übertragenen Sinne der Flugsicherheit anzuheben. Dazu bedarf es geeigneter Trainingsprogramme, deren Effektivität umso größer ist, je mehr Erkenntnisse aus biomechanischen Arbeitsplatzanalysen Eingang in die Gestaltung der Programme einfließen. Im Rahmen von „Human Performance Optimization“ (HPO) werden diese Erkenntnisse in die Trainingsgestaltung integriert. Dadurch ist eine optimale Anpassung des Menschen an die Erfordernisse seiner fliegenden Arbeitsumgebung möglich. Im Rahmen eines Modellversuchs werden im Taktischen Luftwaffengeschwader 31 „Boelcke“ Trainingsprogramme für Eurofighter-Piloten entwickelt, die hohen Beschleunigungskräften (Gz) ausgesetzt sind und im besonderen Maße von biomechanischen Arbeitsplatzanalysen profitieren.

Fragestellung: Welchen biomechanischen Beanspruchungen unterliegen die Wirbelsäulen von Eurofighter-Piloten bei hohen bis maximalen Gz-Beschleunigungen in standardisierten Luftkampf-Flugprofilen?

Methodik: Voruntersuchung im Eurofighter Simulator (Gz = 1) zur Analyse der Bewegungsmuster des Kopfes. Dazu ergänzend statistische Auswertung von Protokollen real durchgeführter Eurofighter-Flüge insbesondere derer mit Luftkampfanteilen (Basic Fighter Maneuvers (BFM) und Air Combat Maneu-

vers (ACM)). Durchführung von Muster-Flügen an der Wehrtechnischen Dienststelle (WTD) 61 mit Aufzeichnung der Kopfbewegung des Piloten mittels Analyse von Helmbewegung und Flugzeugparameter bei typischen Luftkampfmanövern bis annähernd 9Gz. Transformation der Ergebnisse mittels 3D-Mensch-Modellierung über statische Haltungsmodelle in dynamische Simulation der Luftkampfmanöver mit der Kopplung CAD-Modell Mensch (Manikin)/Flugzeug-Kinematik/Kinetik.

Ergebnisse: Erwartet werden Daten zur Bewertung von Belastungsintensitäten (Kräfte, Drehmomente, Spannungen) aus real durchgeführten als auch simulierten Eurofighter-Flügen im hohen bis maximalen Gz-Bereich, die eine Optimierung der individuellen Trainingsprogramme ermöglichen. Die Methodik lässt sich – bei nachgewiesener Eignung – auf die biomechanische Arbeitsplatzanalyse anderer Waffensysteme übertragen.

Schlussfolgerungen: Biomechanische Arbeitsplatzanalyse fliegender Waffensysteme (hier Eurofighter) zur Optimierung von Trainingsprogrammen für deren Besatzungen (HPE/HPO) sind ein wertvoller flugmedizinischer Beitrag für die Weiterentwicklung fliegender Waffensysteme, Konzeptionierung des Trainings als auch der persönlichen Ausrüstung der fliegenden Besatzungen der Zukunft.

Kühn S, Gerlach D, Noble H-J, Limper U **Zerebrale Volumenänderungen im MRT nach 6-tägiger Höhenakklimatisation in 4554 m Magnetresonanztomographische Ergebnisse der EFA – Studie –**

Einleitung: Magnetresonanztomographische Messungen (MRT) haben globale und fokale zerebrale Ödembildungen in Zusammenhang mit der akuten Höhenkrankheit (AMS) gebracht. Die zeitliche Dynamik der zerebralen Volumenveränderung ist aber nur unzureichend erforscht. Die hier diskutierten Messungen waren Teil der EFA-Studie (Edema Formation in the High Alps) und hatten die Untersuchung des Verlaufs der zerebralen Volumenadaptation bei an initial AMS erkrankten Probanden zum Ziel, insbesondere in Hinblick auf den zeitlichen Verlauf nach fortgeschrittener Höhenakklimatisation.

Methodik: 48-stündiger aktiver Aufstieg von 9 Probanden (4♀) von 1154 m auf 4554 m gefolgt von 6-tägiger Akklimatisation in dieser Höhe. MRT – Ausgangsuntersuchungen (VOR) des Gehirns im DLR in Köln (45 m über Meeresspiegel) und innerhalb von 12 h nach Abstieg in Fürstfeldbruck (NACH) und nach 108 Tagen (SPÄT) in Köln. Das MRT-Sequenzprotokoll enthielt eine anatomische 3D isotrope, T1-gewichtete MPRAGE - Sequenz für volumetrische Messungen von weißer Substanz (WS), grauer Substanz (GS) und Liquor (LIQ) und eine diffusionsgewichtete Sequenz mit anschließendem ADC – Mapping zur quantitativen Bestimmung von Diffusionsveränderungen.

Ergebnisse: Die Verteilung des intrakraniellen Volumens der Probanden bei der Ausgangsmessung zeigte zwei Gruppen mit einem Schwellenwert von 1,425 L und einem mittleren Volumen $1,337 \pm 0,017$ L für Gruppe 1 und $1,552 \pm 0,048$ L für Gruppe zwei. WS und GS zeigten signifikante Volumeneffekte über die Studienphasen ($p = 0,004$ und $p = 0,026$). Es traten signifikant häufiger Volumenveränderungen nach Höhengaufenthalt in der Gruppe 2 im Vergleich zu Gruppe 1 auf ($p = 0,025$). Signifikante Veränderungen der ADC-Werte zeigten sich für den rechten Nucleus lentiformis ($p = 0,043$), den Gyrus postcentralis rechts ($p = 0,027$) den rechten und linken Gyrus paracentralis ($p = 0,001$ bzw. $0,005$) und den linken Thalamus ($p = 0,041$). Zwischen den Messzeitpunkten VOR und SPÄT zeigte kein Parameter einen signifikanten Unterschied.

Schlussfolgerungen: Nach 6-tägigem Aufenthalt in 4554m waren überraschenderweise trotz fortgeschrittener Höhenakklimatisation zerebrale Volumenveränderungen nachweisbar. Ein größeres intrakranielles Volumen schon bei der Ausgangsmessung in der Ebene schien ein Risikofaktor für Volumenveränderungen in der Höhe zu sein. Erhöhte ADC-Werte legen eine vasogene Pathogenese der Volumenveränderungen nahe. In diesem Fall waren 108 Tage für die Rückbildung der genannten Veränderungen ausreichend.

Förderung: Die Studie wurde durch programmatische Mittel des DLR Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin, durch Fördermittel der Deutschen Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin (BExMed) und durch

Mittel des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe finanziert.

Ledderhos C

Forschung auf dem Gebiet der Beschleunigungsphysiologie – Quo vadis? Aktuelle Publikationen und ihre Implikationen für die Zukunft

Einleitung: Mittlerweile hat die 5. Generation strahlgetriebener Kampfflugzeuge das Reißbrett verlassen und den aktiven Flugbetrieb aufgenommen, Vorstellungen zur 6. Generation besitzen bereits bildhafte Gestalt. Diese Flugzeuge zeichnen sich nicht nur durch beträchtliche Maximalbeschleunigungen und außerordentlich hohe Beschleunigungszuwachsraten (G-onset) sowie schnelle Lastwechsel aus, sondern insbesondere auch durch ihre Fähigkeit, diese Beschleunigungsphasen sehr lange aufrechterhalten zu können. Die damit verbundene weiter zunehmende Diskrepanz zwischen dem Leistungsvermögen der Flugzeuge und dem des Menschen ruft die Flugmedizin neuerlich gebietserisch auf den Plan und unterstreicht damit deren Bedeutung bei der Lösung anstehender fliegerischer Problemfelder.

Fragestellung: Ziel dieses Vortrages soll es sein, die aktuellen Arbeiten auf dem Gebiet der Beschleunigungsphysiologie vorzustellen und einer kritischen Analyse zu unterziehen, um sich daraus ergebende Schwerpunkte für die zukünftige Forschung auf diesem Gebiet sowie praktische Implikationen für eigene Arbeiten abzuleiten.

Methodik: Zur Beantwortung dieser Fragestellung sollen die wichtigsten Publikationen durch Recherche der adäquaten Datenbanken, insbesondere des letzten Jahrganges der „Aerospace Medicine and Human Performance“ der AsMA, zusammengestellt und die behandelten Themen systematisch erfasst und auf ihre Zukunftsfähigkeit überprüft werden.

Ergebnisse: Schon jetzt zeichnen sich veränderte Schwerpunkte in der zukünftigen Beschleunigungsforschung ab. Die neue Luftfahrzeuggeneration wird nicht nur nach der Entwicklung wirksamerer Anti-G-Schutzkonzepte verlangen, sondern auch eine weitere Anpassung des Trainings der Luftfahrzeugbesatzungen hin zur sog. „dynamic

flight simulation“ nach sich ziehen. Dies wird u.a. auch ein technisches Update der für das Training benutzten Humanzentrifugen erfordern. Die Abbildung realistischer Flugszenarien in den Trainingsverfahren in einer sicheren, boden-basierten Umgebung sowie die Nachbildung eben jener physiologischen Stressoren, die auch im realen Flug vorkommen, werden dabei ebenso im Zentrum des Interesses stehen wie die Ausschaltung negativer Begleiteffekte (Tumbling, Coriolisphänomene) und die Optimierung und Ökonomisierung der Ausbildung luftgebundener Fähigkeiten und Techniken. Auch die Beantwortung von Fragen zur Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems und der Wirbelsäule der Piloten unter hohen G-Belastungen muss dringender denn je mit objektiven Daten zur Beschreibung physiologischer Funktionen und biomedizinischer Indikatoren unterlegt werden. Dies erfordert Anstrengungen zur Anpassung moderner klinischer Methoden an die Bedingungen künstlicher Schwerkraft.

Schlussfolgerungen: Die erfolgreiche Bewältigung der veränderten fliegerischen Aufgaben durch zukünftige Piloten in Hochleistungsflugzeugen der nächsten Generationen wird auch davon abhängen, wie es der Flugmedizin gelingen wird, sich schon jetzt auf die kommenden Herausforderungen einzustellen und ihren Beitrag zur Erhöhung der Flugsicherheit zu leisten. Die Grundlagen dafür müssen in der Gegenwart geschaffen werden.

Liemersdorf C, Lichterfeld Y, Frett T, Feles S, Hellweg C, Hemmersbach R

Induktion von neuronaler Regeneration durch Hypergravitation

Einleitung: Eine uneingeschränkte Funktion von neuronalen Zellen ist unerlässlich für jeden Aspekt des menschlichen Verhaltens. Wahrnehmung, Erinnerung, Lernen sowie jegliche Art von Bewegung sind grundsätzlich von der Aktivität unseres Nervensystems abhängig. Eine Ursache oder Konsequenz der meisten neurologischen Erkrankungen sind daher Veränderungen oder Störungen der synaptischen Aktivität. Um wirksame Behandlungen von neurologischen Störungen zu entwickeln, müssen synaptische Signale wieder in das zuvor verletzte neuronale Netzwerk integriert werden. Besonders nach schweren

Läsionen, wie z.B. nach Traumata und Rückenmarksverletzungen, sowie durch Beeinflussung von Tumorgewebe oder epileptischen Anfällen wird vermehrt Narbengewebe gebildet, welches die Regeneration von neuronalen Ausläufern und damit synaptischen Signalen in das verletzte Gewebe nahezu vollständig inhibiert. Diese Art von Verletzung kann daher zu irreparablen Schäden der mentalen oder physischen Leistungsfähigkeit von Patienten führen.

Fragestellung: Wir streben an, den sehr ineffizienten Vorgang der neuronalen Regeneration nach Verletzungen von Nervengewebe durch die Exposition in Hypergravitation zu induzieren. Unsere Hypothese ist, dass artifiziell erhöhte Schwerkraft eine potentiell sehr innovative und wirkungsvolle Methode darstellen könnte, um Komponenten des neuronalen Zytoskelettes zu stabilisieren, was weiterhin dazu führen sollte, dass die Projektionen der Nervenzellen der Inhibition des neuronalen Narbengewebes entgegenwirken und in gesteigertem Maße wachsen (regenerieren) können. Daher sollten die Ausläufer unter Einfluss von Hypergravitation viel ausgeprägter in der Lage sein auszuwachsen und sich anschließend neu in geschädigtes Gewebe zu integrieren. Weiterhin soll die neuronale Entwicklung und Aktivität bei Exposition mit ionisierender Strahlung untersucht werden, um Strahlung als Risikofaktor für neurodegenerative Erkrankungen z.B. in der bemannten Raumfahrt zu bewerten.

Methodik: In der vorliegenden Studie werden primäre murine hippokampale Neuronen eingesetzt, welche ein nah-verwandtes Modell-System für humane Nervenzellen darstellen. Die neuronale Entwicklung unter dem Einfluss von Hypergravitation (2g) und Strahlenexposition wird bei allen Entwicklungsstadien im Vergleich zu Kontrollen (1g, unbestrahlt) untersucht, wie z.B. das Neuritenwachstum, die Polarisation, die Synaptogenese, sowie abschließend die Integration in ein maturiertes, funktionelles neuronales Netzwerk.

Ergebnisse: Die Exposition von primären Neuronen an erhöhte Gravitation (2g) induzierte ein gesteigertes Auswachsen initialer Neuriten (ca. 30%), sowie ein erhöhtes Neuriten-Wachstum (Elongation) (ca. 20%) im Vergleich zu Kontrollen bei 1g. In späteren Ent-

wicklungsstadien wurden trotz potentiellen Veränderungen des neuronalen Zytoskelettes maturierte synaptische Kontakte ausgebildet. Weiterhin wurden primäre Astrozyten (Glia-Zellen, die neuronales Narbengewebe nach Verletzungen bilden) durch Hypergravitation in ihrem Wachstum und ihrer Ausbreitung (Narbenbildung) gehemmt. Diese Beobachtungen sind in großer Übereinstimmung mit einem stabilisierten Tubulin- und einem destabilisierten Aktin-Zytoskelett.

Schlussfolgerungen: Unsere Ergebnisse belegen, dass neuronale Regeneration durch den Einfluss von Hypergravitation in primären Neuronen induziert und das Wachstum von primären Astrozyten (Glia-Zellen) durch die Kultivierung unter Hypergravitationsbedingungen gehemmt wird. Dieser Ansatz kann für weitere Studien angewandt werden, um die grundlegenden Mechanismen aufzuklären und die Effizienz neuronaler Regenerationsprozesse steigern zu können.

Limper U, Brettner F, Gerlach D, Möstl S, Sies W, Becker C, Krakor E, Gauger P, Rittweger J **Effekte einer 6-tägigen Höhenexposition auf die Gefäßbarriere Vorläufige Ergebnisse der DLR EFA-Studie**

Einleitung: Ein schneller Aufstieg in große Höhe führt in den ersten 2-5 Tagen zur akuten Höhenkrankheit (AHK), deren Mechanismen nur unzureichend verstanden sind. In Tier- und klinischen Studien kam es durch Hypoxie und Inflammation zum Zusammenbruch der Gefäßbarriere bestehend aus einer endothelialen Mikroschicht aus Proteoglykanen (Glycocalyx). Daraus folgte eine erhöhte Gefäßpermeabilität mit Ödembildung und Proteinurie. Die Glycocalyx erholte sich in einer dieser Studien innerhalb von 5 Tagen und zeigte damit eine vergleichbare zeitliche Dynamik wie die AHK. Im Rahmen der AHK ist das Verhalten der endothelialen Glycocalyx allerdings bisher nicht erforscht worden.

Hypothesen: Eine 6-tägige Höhenexposition führt zu Hypoxämie, Albuminurie, Bildung peripherer Ödeme und einer Erhöhung der Blutkonzentration der (endothelialen) Glycocalyxfragmente Syndecan-1, Heparansulfat, und Hyaluronan und des Inflammationsmarkers CRP im Vergleich zu den Ausgangswerten in Meereshöhe.

Methodik: Aktiver, zweitägiger Aufstieg von 9 gesunden Probanden (4♀) zur Capanna Regina Margherita (4554 m, Monte Rosa Massiv, Italien) mit anschließendem 6-tägigem Aufenthalt. Tägliche Messung der peripheren Sauerstoffsättigung und Quantifizierung der akuten Höhenkrankheit mittels Lake Louise Fragebogen (LLS), tägliche 24h-Urinsammlung zur quantitativen Bestimmung der Albuminausscheidung und tägliche Blutabnahmen zur späteren Analyse der genannten Glycocalyxfragmente und des CRP.

Ergebnisse: Die Höhenexposition führte im Probandenkollektiv nach 48 h zu einer maximalen Hypoxämie mit einer peripheren Sättigung von $76 \pm 4\%$ und zur Höhenkrankheit (max. $5,5 \pm 1,8$ Punkte im LLS nach der ersten Nacht in 4554 m). Alle Probanden zeigten klinisch periphere Ödeme. Am 5. Tag in der Höhe war das Albumin im Urin signifikant gegenüber dem Ausgangswert in 70 Meter über Meereshöhe erhöht. Syndecan-1, Heparansulfat und Hyaluronan waren in der Höhe signifikant gegenüber den Ausgangswerten erhöht.

Schlussfolgerungen: Die in dieser Höhenstudie gefundenen peripheren Ödeme in Kombination mit der erhöhten Albuminausscheidung im Urin, sprechen für eine Erhöhung der Durchlässigkeit der Gefäßbarriere. Die erhöhte Konzentration an Glycocalyx-Bestandteilen im Blut in der Höhe deutet auf eine Fragmentierung der endothelialen Glycocalyx als Pathomechanismus hin. Die bekannten Trigger der Glycocalyx-Fragmentierung, Hypoxämie und eine systemische Inflammationsreaktion, könnten in diesem Fall eine Rolle gespielt haben.

Förderung: Die Studie wurde durch programmatische Mittel des DLR Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin und durch Fördermittel der Deutschen Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin (BExMed) finanziert.

Lipke E, Lenz S, Weber F, Mayr B

Daktyloskopie im Zeitalter der Genetik - Fingerabdrücke als Grundlage der (genetischen) Identifizierung

Einleitung: Bei nahezu jeder Berührung und jedem Kontakt mit einer Oberfläche hinterlassen wir Spuren von uns an den entsprechenden Oberflächen. Minimalkontaktspu-

ren, z.B. Fingerabdrücke, müssen dabei nicht immer auf den ersten Blick sichtbar sein. Fingerabdrücke sind jedoch besonders wichtige Tatortspuren und werden routinemäßig im Rahmen der kriminalistischen Untersuchung aufgenommen. Die sich anschließende Analyse der individuellen Papillarleisten, die Daktyloskopie, wird insbesondere im Rahmen der Spurenanalytik traditionell zur Identifizierung von Personen genutzt. Oft ist jedoch weder die Größe noch die Qualität der Fingerabdrücke für einen daktyloskopischen Abgleich mit entsprechendem Vergleichsmaterial ausreichend. Ebenso wie der „klassische“ Fingerabdruck, kann auch sogenannte „genetische Fingerabdruck“ zur Identifizierung von Personen genutzt werden. Obwohl auch hier die Menge und Qualität des Ausgangsmaterials entscheidend für den Erfolg der DNA-Analyse sind, reichen doch wenige Zellen für die Generierung des „genetischen Fingerabdrucks“, der folglich oftmals auch basierend auf „klassischen“ Fingerabdrücken erfasst werden kann.

Fragestellung: Wie wirken sich spezifische Reagenzien (hier: „türkische Lösung“) und Vorbereitungsschritte (Abwischung mit Aceton vs Skalpells vs Klebestreifen pur) und verschiedene Präparations-Protokolle („First-DNA all tissue“ Kit der Firma gen-ial vs „One Touch“ Kit der Firma Galantos) auf die Effizienz der forensischen DNA-Analyse von Fingerabdrücken aus?

Methodik: Insgesamt wurden die Fingerabdrücke der Daumen, Zeige- und Mittelfinger von acht Personen (m/w) in die Analyse einbezogen. Die Fingerabdrücke wurden auf Glasobjektträger aufgebracht, mittels Klebestreifen vom Glasobjektträger aufgenommen und auf handelsüblichem Papier gesichert. Von diesem wurden sie mit Hilfe der sogenannten „türkischen Lösung“ abgelöst und getrocknet, das Zellmaterial entsprechend der o.a. Vorbereitungsschritte vom Klebestreifen gelöst und der forensischen DNA-Analyse (DNA-Extraktion, humanspezifische Quantifizierung, Amplifikation der untersuchten Merkmalsysteme mittels PCR und kapillarelektrophoretische Auftrennung) zugeführt. Für die DNA-Extraktion wurden zwei Protokolle (siehe oben) verwendet.

Ergebnisse: Die Verwendung der „türkischen Lösung“ hatte keinen nachweisbaren Einfluss

auf die nachfolgende DNA-Analyse. Obwohl die DNA-Ausbeute generell sehr gering war, zeigten sich Unterschiede bezüglich der verglichenen Vorbereitungsmethoden. So war die Abwischung des Zellmaterials mittels eines in Aceton getränkten Abriebtupfers am besten für die nachfolgende Analyse geeignet. Zwischen den beiden verglichenen Extraktionsprotokollen zeigten kaum Unterschiede. In beiden Fällen war die DNA-Ausbeute sehr gering und es konnte nur für die einen geringen Teil der untersuchten Fingerabdrücke ein vollständiges DNA-Profil erstellt werden.

Schlussfolgerung: Fingerabdrücke können generell als Ausgangsmaterial für die Generierung des „genetischen Fingerabdrucks“ herangezogen werden. Die Analyse von Fingerabdrücken im Sinne der forensischen DNA-Analytik ist aber nach wie vor eine Herausforderung.

Möstl S, Tank J, Heusser K, Wassertheurer S, Hametner B, Bachler M, Limper U

Beat-to-Beat in Parabolic Flight: Wie sich der linke Ventrikel an rapide Volumenverschiebungen anpasst

Einleitung: Während der unterschiedlichen Phasen eines Parabelflugmanövers herrschen unterschiedliche G-Kräfte (1G, 1,8G und oG). Dabei entscheidet die Körperposition während dieser Phasen über die Verteilung des Blutvolumens und die darauffolgenden Reaktionsmuster des Herz-Kreislaufsystems und des autonomen Nervensystems. Die dabei gemessenen Parameter werden dann häufig als Mittelwerte dargestellt obwohl die autonomen und kardiovaskulären Reaktionen einer starken Dynamik unterliegen. Hier ermöglicht die sogenannte Beat-to-Beat-Darstellung der gemessenen Parameter einen detaillierteren Blick, wodurch sich diese Dynamik besser bewerten lässt.

Fragestellung: Wie verhält sich der linke Ventrikel während der unterschiedlichen Phasen des Parabelflugs?

Methodik: Sechs Probanden verbrachten die ersten 15 Parabeln im Liegen, um die Volumenverschiebung so gering wie möglich zu halten. Die nächsten 15 Parabeln wurden dann in stehender Körperposition verbracht, um eine möglichst große Volumenverschie-

bung zu erreichen. Dabei wurde der Fingerblutdruck kontinuierlich aufgezeichnet, woraus dann das Schlagvolumen (SV), die linksventrikuläre Austreibungszeit (LVET) und die maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit (dP/dt) bestimmt wurden. Durch die zusätzliche Aufzeichnung des EKG und des Phonokardiogramms wurden auch die Präejektionsperiode (PEP) und die elektromechanische Systole (QS₂) bestimmt.

Ergebnisse: Während der Parabeln in liegender Position führten die 1G- und 1,8G-Phasen zu keinen signifikanten Änderungen des SV. In der oG-Phase nahm das Schlagvolumen dann um 20% ab während die LVET unverändert blieb. Im Vergleich zur liegenden Körperposition zeigten die Verläufe von Schlagvolumen und LVET nach einem aufrechten Übergang in die oG-Phase, dass das Herz zunächst mehr Volumen in einer kürzeren Zeit pumpt. Zeitgleich stieg dP/dt an während QS₂ abnahm, was auf eine erhöhte Kontraktilität des Myokards deutet. Die zwischen den beiden Körperpositionen gefundenen Unterschiede in SV, LVET, dP/dt und QS₂ waren auch am Ende der oG-Phase noch vorhanden.

Schlussfolgerungen: Mit Hilfe der Beat-to-Beat-Darstellung konnte gezeigt werden wie sich der linke Ventrikel an die unterschiedlichen Phasen eines Parabelflugs anpasst. Dabei bleibt ungeklärt, warum das SV in liegender Position während der oG-Phase abnahm. Sowohl eine verminderte Vorlast, als auch eine erhöhte Nachlast kämen als mögliche Ursachen hierfür in Frage. Des Weiteren zeigen die Ergebnisse, dass 22 Sekunden Schwerelosigkeit nicht ausreichen, um die zwischen den beiden Körperpositionen, gefundenen Differenzen in SV, LVET, dP/dt und QS₂ auszugleichen.

Mühl C, Aeschbach D

24 Stunden totaler Schlafentzug führt zu kürzeren Fixationen bei visuellen Suchaufgaben

Einleitung: Visuelle Aufmerksamkeit ist wichtig in der Luft- und Raumfahrt. Da in beiden Domänen Nacht- und Schichtarbeit weit verbreitet sind, ist eine Erforschung der Einflüsse von Müdigkeit auf visuelle Aufmerksamkeit hier von großem Interesse. Die Erhebung von Blickbewegungscharakteristiken im Zusam-

menhang mit Leistungsparametern kann Aufschlüsse über Ursachen von Leistungseinbußen und Unfällen unter Müdigkeitseinfluss geben.

Fragestellung: Wir nutzten zwei einfache visuelle Suchaufgaben, besonders blickbewegungsintensive Standardparadigmen aus dem Bereich der Aufmerksamkeitsforschung, um den Effekt von 24-stündigem Schlafentzug auf Leistungs- und Blickbewegungsparameter zu untersuchen. Im Vergleich zu einer ausgeschlafenen Kontrollgruppe erwarteten wir unter Schlafentzug eine kognitive Verlangsamung, d.h. längere Reaktionszeiten und eine geringere Akkuratessse. Unsere Hypothese war, dass die Blickbewegung diese Verlangsamung ebenfalls in Form einer längeren mittleren Fixationsdauer und abnehmender mittlerer Sakkadengeschwindigkeit widerspiegeln würde.

Methodik: Leistungsfähigkeit in der visuellen Suche (conjunction search task; sequential search task) und zugehörige Blickbewegungsparameter wurden zweimal im Abstand von 24 Stunden am Morgen bei zwei Versuchsgruppen erhoben. Schlafentzugene Probanden (N=24, mittleres Alter: $25,1 \pm 4,5$ SD; 12 Frauen) wurden in der Nacht zwischen den Leistungstests wach gehalten, während die Probanden der Kontrollgruppe (N=24, Alter: $25,6 \pm 3,9$ SD; 10 Frauen) schlafen durften (Zeit im Bett: 8 Stunden).

Ergebnisse: Wir konnten die erwarteten Leistungseffekte zeigen: schlafentzugene Probanden reagierten langsamer und machten häufiger Fehler in beiden visuellen Suchaufgaben als die Probanden der Kontrollgruppe. Entgegen unseren Erwartungen führte der Schlafentzug jedoch nicht zu einer längeren, sondern zu einer kürzeren mittleren Fixationsdauer bei gleichbleibender Anzahl der Fixationen. Die Sakkadengeschwindigkeit sank wie angenommen unter dem Einfluss des Schlafentzuges.

Schlussfolgerungen: Trotz einer in den Suchaufgabe beobachteten kognitiven Verlangsamung unter Schlafentzug und einer Verlangsamung der mittleren Sakkadengeschwindigkeit, verkürzte sich die mittlere Fixationsdauer. Dies widerspricht der Erwartung einer langsameren Informationsaufnahme und -verarbeitung unter Müdigkeit, wel-

che zu längeren Fixationsdauern führen sollte. Eine mögliche Erklärung wäre ein sogenannter „Speed-Accuracy-Tradeoff“, der zu einer Beschleunigung des visuellen Suchverhaltens, also kürzeren Perioden der Informationsaufnahme, unter Müdigkeit führt. Müdigkeit führt somit zu schnelleren und somit riskanteren Entscheidungen pro Fixation, was wiederum zu einer geringeren Akkuratessse führt.

Piotrowski T, Rittweger J, Zange J

Sauerstoffverbrauch bei Übungen auf einer Kurzarmzentrifuge

Einleitung: Schwerelosigkeit führt wegen fehlender Belastung von Knochen und Muskeln zu Gewebeschwund. Langzeitmissionen im All benötigen eine robuste Gegenmaßnahme. Aktuelle Lösungsansätze dazu sind nicht ausreichend, obwohl Astronauten täglich mehrere Stunden trainieren. Eine Zentrifuge kann durch Rotation eine „künstliche Schwerkraft“ erzeugen, die das ganze muskulo-skeletale System auf einmal beansprucht. In einer Zentrifuge treten sogenannte Corioliskräfte auf. Der Effekt von diesen Kräften auf den Körper während Übungen ist noch wenig erforscht.

Fragestellung: Ist Training auf der Zentrifuge prinzipiell möglich? Welche Auswirkung hat die Corioliskraft? Leiden die Probanden an Kinetosen?

Methodik: Crossover-Studie mit N=24 (11 Frauen, 13 Männer). Geführte Kniebeugen unter „natürlichen“ 1g im Stehen, gefolgt von 2 Zentrifugenläufen bei 2,5m und 3,5m Radius. Die Geschwindigkeit auf der Zentrifuge wurde so gewählt, dass die Probanden 1 g ausgesetzt waren. Sowohl auf der Zentrifuge als auch im Stehen wurde ein eigens dafür konstruiertes Schlittensystem genutzt um die Bewegung möglichst vergleichbar zu machen. Die Probanden haben ein computerbasiertes Feedback-System genutzt. Jeweils 9 Minuten Kniebeugen wurden durchgeführt, wobei diese 9 Minuten in 3 mal 3 Minuten Abschnitte mit unterschiedlicher Kniebeugenfrequenz unterteilt wurden. Gemessen wurden: Sauerstoffverbrauch, geleistete (äußere) Arbeit, EMG am linken Bein sowie NIRS am rechten Bein.

Ergebnisse: Training unter 1 g führt zu einem höheren Sauerstoffverbrauch als in der Zent-

rifuge. Der durchschnittliche $\text{VO}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ stieg von 6,1 (SD = 1,6) auf 7,1 (SD = 2,0) an. $\text{VO}_2 \cdot \text{W}^{-1}$, also Sauerstoff/Leistung, sank von 5,1 (SD = 0,9) unter 1 g auf 3,8 (SD = 0,6) $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{W}^{-1}$ in der Zentrifuge. Eine höhere Kniebeugenfrequenz führt (wie erwartet) zu einem höheren Sauerstoffverbrauch. In der Zentrifuge hat der Radius keinen signifikanten Einfluss auf den Sauerstoffverbrauch. In der Zentrifuge wird bei der Auf/Abwärtsbewegung bevorzugt das rechte bzw. linke Bein benutzt.

Schlussfolgerungen: Der niedrigere Sauerstoffverbrauch kann möglicherweise auf die zusätzliche Stabilisierung des Torsos zurückgeführt werden. Auf der Zentrifuge lagen die Probanden auf ihrem Rücken und mussten deswegen praktisch nur ihre Beine benutzen, während die Kniebeugen im Stehen, trotz der Führung durch das Schlittensystem, zusätzlich durch den Torso stabilisiert werden mussten. Bei kleinerem Radius und gleichbleibender Beschleunigung erhöht sich die Corioliskraft. Da der Radius keinen signifikanten Einfluss auf den Sauerstoffverbrauch hatte, wird auch die Bedeutung der Corioliskraft gering sein. Nur einer unserer Probanden empfand die Zentrifugation als unangenehm, konnte das Training jedoch ohne Probleme beenden. Die Probanden haben die Übungen sehr gut vertragen und der Sauerstoffverbrauch war signifikant niedriger. Somit sind die Ergebnisse dieser Studie sehr vielversprechend was die zukünftige Entwicklung von zentrifugen-basiertem Training angeht.

Pippig T

Die Osteologie, eine wenig beachtete Entität in der flugmedizinischen Begutachtung?

Einleitung: Die Osteologie beschäftigt die sich mit der Erkennung und Behandlung von Erkrankungen des Skelettsystems sowie mit der Erforschung der Funktion des Organs Knochen befasst. Sie ist eine interdisziplinäre Plattform nicht nur für Ärzte (z.B. Orthopäden, Unfallchirurgen, Internisten, Endokrinologen), auch für Naturwissenschaftler, Ingenieure und andere Spezialisten. Das Leitsymptom ist der Knochenschmerz, der im Knochengewebe lokalisiert ist. Es handelt sich um tiefe somatische Schmerzen, die vom Patienten oft als dumpf wahrgenommen werden

und im Gegensatz zu oberflächlichen Schmerzen schlecht lokalisiert werden können. Die Schmerzrezeptoren (Nozizeptoren) des Knochens sind sowohl im Periost als auch im Endost lokalisiert. Man findet myelinisierte A β - und A δ -Fasern sowie marklose C-Fasern. Der initiale, scharfe Schmerz wird durch die myelinisierten Fasern vermittelt, während die marklosen Fasern für den dumpfen Dauerschmerz verantwortlich sind. Ursachen beim Erwachsenen sind Trauma (Fraktur), Entzündung (Osteitis, Osteomyelitis), Degeneration (Osteoarthritis), Tumor (benigner/maligner, Metastase), Osteoporose/Osteomalazie, endokrine Ursachen (Hyperthyreose, Hypophysentumor) und Medikamente (Kortison). Egal an welcher Stelle die Schmerzen auftreten, Knochenschmerzen sollten stets von einem Arzt bis zu einer eindeutigen Diagnose begutachtet werden. Für die Diagnosestellung stehen bildgebende Verfahren (Röntgen, CT, MRT, Skelettszintigraphie), Verfahren zur Knochendichtemessung (DEXA, qCT, US) aber auch Urin- und Blutuntersuchungen zur Verfügung. Sollte ein Verdacht auf einen malignen Knochentumor bestehen, wird (muss) eine Probe aus dem betroffenen Knochen entnommen und histologisch untersucht werden.

Methodik: In dieser Präsentation werden 5 Fallbeispiele symptomatischer und asymptomatischer Knochenerkrankungen vorgestellt, alle im Rahmen der flugmedizinischen Begutachtung: Anamnese, Untersuchung, Bildgebung und Labor. Diagnose und flugmedizinische Entscheidung.

Fall 1: Herr, geb. 1957, Klasse 1: 2004 KMÖS rechte Hüfte, 2013 KMÖS linke Hüfte, 2016 KMÖS rechtes Knie. 2016 ED Osteopenie.

Fall 2: Herr, geb. 1974, Klasse 1: 10/2013 ED Hypophysenadenom/Akromegalie (und chronisch-rezidivierende Lumbalgien).

Fall 3: Herr, geb. 1988, WFFV-II (militärischer LFF) und Klasse 1: 2014 ED SAPHO-Syndrom.

Fall 4: Herr, geb. 1991, WFFV-I (militärischer Erstbewerber) und Klasse 2: Oberarmtumor rechts (Fibröse Dysplasie).

Fall 5: Frau, geb. 1992, WFFV-I: Beckentumor (Fibröse Dysplasie).

Zusammenfassung: Osteologische Erkrankungen sind in der flugmedizinischen Begutachtung selten, diese sind im Frühstadium

meist asymptomatisch. Das Leitsymptom Knochenschmerz ist durch einen Arzt bis zu einer sicheren Diagnosestellung abzuklären, bis hin zur Knochenbiopsie. In dieser Phase ruht das Medical bzw. die WFV. Alle therapeutischen Maßnahmen (z.B. zur Frakturheilung, Ausheilung der Entzündung, Verbesserung der Knochenqualität, Regression des Knochenwachstums) sind immer auf ihre flugmedizinische Bedeutsamkeit zu prüfen: Funktion, Belastbarkeit und Medikamentennebenwirkungen. In der militärischen Begutachtung sind Prognose der Erkrankungen und hier vor allem die Frakturgefährdung (z.B. Schleudersitz) zusätzlich bedeutsam

Rausch M, Sperlich B, Zinner C, Gens A, Weber F, Ledderhos C

Muskuläre Beanspruchung der Hals-, Nacken- und Schultermuskulatur unter Beschleunigungskräften in der Humanzentrifuge

Einleitung: Ein Großteil der Jetpiloten leidet unter flugbedingten Nackenbeschwerden. Besonders die positive +Gz-Beschleunigung in Verbindung mit schweren Helmen und Nachsichtgeräten scheinen die Beanspruchung der Halswirbelsäule zusätzlich zu erhöhen. In einer neutralen Position ist die Wirbelsäule in der Lage bis zu +30Gz verletzungsfrei standhalten zu können, unter realen Bedingungen aber wird diese Position selten erreicht. Viele muskuloskelettale Verletzungen kommen bei Beschleunigungskräften zwischen +3Gz und +5Gz zustande, da hier Bewegungen noch relativ uneingeschränkt möglich sind. Basierend auf dieser Problematik, werden nachfolgend die ersten Ergebnisse einer umfangreichen Interventionsstudie dargestellt, welche unter anderem die elektromyographische Aktivität ausgewählter Muskeln des Hals-, Nacken- und Schulterbereiches unter Beschleunigungskräften analysiert hat. Während eines standardisierten Flugprofils von +3Gz wurde in drei verschiedenen Settings (ohne Helm, mit Helm und mit Helm + Nachsichtgerät (NVG)) bewusst die o.g. neutrale Position der Halswirbelsäule durch Kopfdrehungen verlassen und die dabei entstehende Beanspruchung auf die Muskulatur untersucht.

Fragestellung: Dabei sollte der Frage nachgegangen werden, wie sich die muskuläre Be-

anspruchung der Hals-, Nacken- und Schultermuskulatur während eines standardisierten Flugprofils von +3Gz in der Humanzentrifuge a) ohne Helm, b) nach Aufsetzen eines Fliegerhelmes (+ 1.400 Kg) und c) nach Aufsetzen eines Fliegerhelmes inklusive NVG verändert (+ 2.070 Kg).

Methodik: 17 Probanden durchliefen drei standardisierte Flugprofile in der Humanzentrifuge („ohne Helm“, „mit Helm“ und „mit Helm und NVG“). Bei + 3Gz wurden Kopfdrehungen nach oben, nach links und nach rechts durchgeführt und mittels Oberflächenelektromyographie bilateral die elektromyographische Aktivität vom Sternocleidomastoideus, vom cervicalen erector spinae und der pars descendens des Trapezius aufgezeichnet. Die Rohdaten wurden rektifiziert, geglättet (RMS: 100 ms) und zu einem vorher definierten Referenzwert (MVC-Wert) in Relation gesetzt. Dieser Referenzwert wurde vor Beginn der Zentrifugenfahrten erhoben, indem die Probanden aufgefordert wurden, Maximalkontraktionen der zu untersuchenden Muskulatur auszuführen. Von der Zeitperiode (6 Sekunden), bei der die Kopfdrehungen stattfanden, wurden die Mittel- und Peakwerte berechnet und mit Hilfe nichtparametrischer Testverfahren ausgewertet.

Ergebnisse: Die Unterschiede der drei Settings (ohne Helm, mit Helm, mit Helm und NVG) zeigen besonders bilateral in der Nackenmuskulatur signifikante Unterschiede. Die mittleren Ränge der einzelnen Settings verdeutlichen eine stetige Steigerung der muskulären Aktivität (ohne Helm: 1,31, mit Helm: 2,03, mit Helm und NVG: 2,66). In der pars descendens des Trapezius wurde bilateral ein Unterschied zwischen dem Setting ohne Helm und mit Helm und NVG festgestellt.

Schlussfolgerungen: Die andauernde Leistungszunahme der Flugzeuge der neuesten Generation und die damit einhergehende Fortentwicklung und Gewichtszunahme der Helmsysteme, hat die Beanspruchung auf die Halswirbelsäule in den letzten Jahrzehnten stetig erhöht. Die durchgeführte Studie zeigt deutlich, dass zusätzlich zur Gewichtszunahme der Helme, notwendige Nachsichtgeräte eine Kopfschwerpunktverlagerung zur Folge haben, wodurch die muskuläre Aktivität besonders im Nackenbereich erhöht wird. Zur

Verbesserung dieser Situation müssen deshalb zukünftig ergonomische Veränderungen zur Entlastung der Wirbelsäule ebenso wie präventive Trainingsmaßnahmen stärker als bisher in Betracht gezogen werden. Die Kenntnis über die durch den Flugbetrieb und das Flugmuster beanspruchte Muskulatur, erhält daher eine grundlegende Bedeutung für zukünftige forschungsleitende Fragestellungen, die sich mit dieser Thematik befassen.

Reif M, Kunz A, Syburra T, Wyss P, Bron D
Entwicklung eines Risiko Screening Algorithmus für asymptomatische Koronarerkrankungen bei fliegendem Personal

Einleitung: Koronare Herzkrankheiten sind nach wie vor eine der häufigsten Ursachen für plötzlich auftretende Fluguntauglichkeit im Cockpit. In der vorliegenden Studie wurde der Zusammenhang von Hyperlipidämie, dem schweizerischen AGLA Score und dem damit verbundene Risiko zur „sudden incapacitation“ als Folge von Arteriosklerose untersucht. Fragestellung: Kann mit einem standardisierten Algorithmus die Risikobeurteilung bei asymptomatischen Koronarerkrankungen optimiert werden?

Methodik: Während der gesamten Dauer der Studie (27 Monate) wurden 3040 männliche Patienten zwischen 18-70 Jahren untersucht. Bei einem Cholesterinwert von über 5mmol/l wurde zusätzlich der Swiss AGLA Risk Score berechnet. Die Erhebung der Werte erfolgte im Rahmen der regelmäßigen medizinischen Untersuchung.

Ergebnisse: 1477 von den 3040 Patienten (49%) wiesen erhöhte Cholesterinwerte auf. 34 von diesen 1477 Patienten (2%) wiesen einen AGLA Risiko Score von 7.5% oder höher auf. Bei 4 dieser 34 asymptomatischen Patienten wurde ein Gefäßmapping durchgeführt. Bei 3en wurden prognostisch relevante Atheromatosen und beginnende Plaques im Bereich der Karotiden diagnostiziert.

Schlussfolgerungen: Progrediente Arteriosklerose führt zu Gefäßverschlüssen mit entsprechenden Ischämiesymptomen. Im Unterschied dazu sind bei zuvor asymptomatischen Personen im mittleren Alter rupturierte nicht-lumeneinengende Plaques verantwortlich für akute Koronareignisse. Aufgrund dieser Rupturen wird die Gerinnungskaskade getrig-

gert, was zur Formation von Thromben und somit zum vollständig Verschluss der Koronargefäße führen kann. Basierend auf diesen Erkenntnissen, sollte bei Aircrews der Fokus vermehrt auf die Beurteilung und Beschaffenheit dieser asymptomatischen Plaques gelegt werden. Aircrew mit entsprechend erhöhtem Risiko sollten deshalb durch eine standardisierte Weiterabklärung z.B. mittels Koronar-CT beurteilt werden um eine angemessene Risikoeinschätzung durchführen zu können. Gemäss unseren retrospektiv erhobenen Daten könnten 2% der untersuchten Personen mit erhöhtem AGLA Risk Score über 7.5% von weiterführenden Koronarabklärungen und entsprechend etablierter Prophylaxe profitieren.

Rittweger J
Erhöhter Hirndruck bei Astronauten – Fakt oder Fiktion?

Einleitung: Seit etwa 10 Jahren ist bekannt, dass es nach Langzeitaufenthalten im Welt- raum zu charakteristischen Veränderungen der Augen kommt, welche u.a. Hyperopie, Bulbus-Verkürzung und Aufweitung der Sehnervenscheide umfassen. Zusätzlich ist bei einer Reihe von Astronauten ein erhöhter Liquor-Eröffnungsdruck nach Rückkehr auf die Erde festgestellt worden. Insbesondere die letzten beiden Befunde legen nahe, dass den Augenveränderungen ein erhöhter intrakranieller Druck zugrunde liegt. Kopfschmerz, Übelkeit und Schlafstörungen, welche oft von Astronauten berichtet werden, könnten zumindest teilweise durch Hirndruck verursacht sein. Und auch die vermutete kognitive Leistungseinbuße in der Schwerelosigkeit wäre theoretisch durch erhöhten Hirndruck erklärbar. Es stellt sich deshalb die Frage, ob es in der Schwerelosigkeit in der Tat zu erhöhtem Hirndruck kommt, und welche physiologischen Mechanismen an der Erhöhung beteiligt sein könnten.

Ergebnisse aus dem Weltraum: Bei Astronauten sind kopfwärts gerichtete Flüssigkeitsverschiebungen seit langem bekannt, die u.a. zum sogenannten ‚puffy face‘ führen. Allerdings sind die Ursachen hierfür nicht verstanden. Eine mögliche Erklärung wäre jugular-venöse Stauung, welche auch jüngst an Astronauten beobachtet worden ist. Diese

könnte wiederum durch Verlust der Retraktionskräfte am Thorax, bedingt durch den ‚Gewichtsverlust‘ der Eingeweide, und damit durch eine Abflussbehinderung in den venae subclaviae verursacht sein. Erhöhter Druck im sinus sagitalis führt nach dem gegenwärtigen Verständnis der Liquor-Zirkulation zur Verminderung der Liquor-Resorption, und damit zum erhöhten Hirndruck. An Ratten wurden nach Aufenthalt in der Schwerelosigkeit Veränderungen des plexus choroideus gemessen, welche gut zu erhöhtem Hirndruck passen würden. Demgegenüber sei aber auch erwähnt, dass invasive Messungen des Hirndrucks im Parabellflug eine Erniedrigung und keine Erhöhung gezeigt haben. Dieser Effekt ist wegen seines raschen Eintrittes (binnen Sekunden) aber wohl eher physikalisch-anatomisch als physiologisch zu erklären. Schließlich sei noch erwähnt, dass die erhöhte CO₂-Konzentration in ursächlichem Zusammenhang zum Auftreten von Kopfschmerzen auf der Raumstation steht.

Ergebnisse aus bodengestützten Studien: In der Abteilung ‚Weltraumphysiologie‘ haben in den vergangenen Jahren in einer Reihe von Studien das Modell der Kopftieflage genutzt, um für die Raumfahrt relevante Effekte der kranialen Flüssigkeitsregulation zu studieren. Die wichtigsten Ergebnisse aus diesen Arbeiten waren: 1) Kopftieflage führt zu venöser Stauung und Reduktion der arteriellen Durchblutung; 2) Kopftieflage führt zur vermehrten Ansammlung von Liquor im Kраниum; 3) letzterer Effekt kann durch lower body negative pressure unterbunden werden. 4) Kopftieflage führt, vermutlich durch kraniale Minderdurchblutung, zur Reduktion der kognitiven Leistungsfähigkeit.

Schlussfolgerungen: Das Thema Hirndruck ist für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Astronauten vermutlich von größerer Bedeutung als bisher angenommen. Die Ergebnisse aus den bodengestützten Studien untermauern die mögliche Rolle von jugularvenöser Stauung.

Sauer C, Röckelein M, Mayr B

Fünfte Gesetz zur Änderung des Luftverkehrsgesetzes (28.06.16) – mögliche Verfahren zur Umsetzung des Gesetzes

Einleitung: Am 28.06.16 wurde das Luftverkehrsgesetz der Bundesrepublik Deutschland anlässlich des Germanwings-Flugunfalls vom 24.03.15 geändert. Das Gesetz benutzt dabei u. a. folgende Formulierung: „Luftfahrzeugführern ist das Führen oder Bedienen eines Luftfahrzeuges unter dem Einfluss von Alkohol oder anderen psychoaktiven Substanzen untersagt.“ Es werden hier also ähnlich offene Formulierungen verwendet wie im § 316 des Strafgesetzbuches: „Wer im Verkehr ... ein Fahrzeug führt, obwohl er infolge des Genusses alkoholischer Getränke oder anderer berauschender Mittel nicht in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu führen...“. Es wird letztlich nicht klar definiert, welche Substanzen mit „anderen psychoaktiven Substanzen“ oder „anderer berauschender Mittel“ gemeint sind. Anders hierzu verhält sich der § 24 a des Straßenverkehrsgesetzes: „Ordnungswidrig handelt, wer unter der Wirkung eines in der Anlage zu dieser Vorschrift genannten berauschenden Mittels im Straßenverkehr ein Kraftfahrzeug führt...“. In diesem Fall sind durch die Anlage zum § 24 a des StVG die Substanzen klar definiert. Die offenen Formulierungen des Luftverkehrsgesetzes und des § 316 des StGBs führen letztlich dazu, dass die Beurteilung, ob der Einfluss einer psychoaktiven Substanz oder eines anderen berauschenden Mittels vorliegt, der Begutachtung und damit den Gutachtern unterliegt.

Fragestellung: Es stellt sich die Frage, welches Untersuchungsmaterial und welche Verfahren geeignet sind, um hier eine angemessene Begutachtung vorzunehmen.

Methodik: Urin ist ein sehr geeignetes Untersuchungsmaterial, da aufgrund der Nierenphysiologie Substanzen um das ca. 100 fache konzentriert werden. Außerdem ist im Urin ein zusätzlicher Nachweis von Substanzen mit Hilfe ihrer Metaboliten möglich. Als Untersuchungsverfahren sollten beweiskräftige Methoden auf der Basis von Chromatographie und Massenspektrometrie eingesetzt werden. Diese Verfahren ermöglichen eine breite Analyse von Drogen, Arzneimitteln, Missbrauchsubstanzen und Giften. Substanzen können

mittels geeigneter digitaler Bibliotheken identifiziert werden. Diese Bibliotheken können jederzeit aktualisiert werden. Somit kann ihr Identifizierungspotential an die Entwicklung auf dem rasant fortschreitenden Arzneimittel- und Drogenmarkt angepasst werden. Grundsätzlich könnten hier auch Schnelltests zur Anwendung kommen. Diese beruhen letztlich auf der Antigen-Antikörperreaktion (Schlüssel-Schloss-Prinzip). Aufgrund dieser Funktionsweise kann es zu sog. Kreuzreaktionen kommen, die zu falsch-positiven Ergebnissen führen können. Andererseits können viele Substanzen von Schnelltests prinzipiell nicht erfasst werden. Es kommt zu falsch-negativen Ergebnissen. Für positive Schnelltestergebnisse ist grundsätzlich eine Bestätigungsuntersuchung mit einer beweiskräftigen Methode (Massenspektrometrie) zwingend erforderlich.

Schlussfolgerungen: Massenspektrometrische Untersuchungsmethoden können im Vergleich zu Schnelltests also eine deutlich höhere Anzahl an Substanzen erfassen. Außerdem ermöglichen sie eine genauere Differenzierung der einzelnen Substanzen. Des Weiteren können falsch-positive Ergebnisse aufgrund von Kreuzreaktionen mittels Massenspektrometrie ausgeschlossen bzw. differenziert werden und somit auch zu einer Entlastung des Patienten und damit letztlich auch zu dessen Schutz beitragen.

Schwerer M, Beer D, Graw M, Fischer F
Molekulare Pathologie nach postmortalen CT-Angiographie

Einleitung: Molekularpathologische Untersuchungen an Obduktionsmaterial gewinnen zunehmende Bedeutung in der forensischen Medizin. Hierzu werden Blut- und Gewebeproben herangezogen, die im Rahmen gerichtlicher Leichenöffnungen gesichert wurden. Im Rahmen der postmortalen CT-Angiographie wird der Leichnam jedoch vor der Obduktion mit lipophilem Kontrastmedium in einem Lösungsmittel aus flüssigem Paraffin durchströmt. Ob es infolge der eingebrachten Substanzen selbst bzw. infolge der Umverteilung von autolytischen Blut- und Gewebsbestandteilen im Gefäßbett zu qualitativen und/oder quantitativen Veränderungen in der molekularpathologischen Diagnos-

tik kommt ist bislang unzureichend untersucht.

Fragestellung: Sind molekularpathologische Untersuchungen an Blutproben und Gewebesservaten nach postmortalen CT-Angiographie verlässlich möglich?

Methodik: Aus Blut- und Muskelgewebeproben von 20 Obduktionsfällen, die vor und nach postmortalen CT-Angiographie gesichert wurden, erfolgten DNA-Extraktionen mittels standardisierter Verfahren. Quantifizierungen erfolgten durch fluorometrische sowie PCR-basierte Verfahren. Weiterhin wurde Real-time-PCR-gestützt sowie mittels Pyrosequenzierung auf SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms) untersucht. Die Ergebnisse im Material vor/nach Kontrastmittelperfusion wurden einander gegenüber gestellt. Des Weiteren wurden aus bekannt Cytomegalievirus (CMV)-negativen Blutproben nach „Spiking“ mit einer Positivkontrolle neuerlich DNA präpariert. Die Ergebnisse einer Real-time-PCR zum CMV-Nachweis am Material vor und nach CT-Angiographie wurden verglichen.

Ergebnisse: Die vergleichende Gegenüberstellung der Befunde am Gewebematerial vor und nach Kontrastmittelperfusion dokumentierte keine Einschränkungen der Ergebnisqualität PCR- und Sequenzierungs-basierter Untersuchungsverfahren auf SNPs. Vergleichbare Qualität ergab sich zudem im Nachweisverfahren auf Cytomegalievirus-DNA in Blutproben. Die DNA-Konzentration im Eluat nach Präparation aus vordefinierten Blutvolumina war nach Durchströmung des Gefäßbettes mit Kontrastmittel-haltigem flüssigem Paraffin in einem Teil der Fälle höher als im Kontrollmaterial vor postmortalen CT-Angiographie.

Schlussfolgerungen: Molekularpathologische Untersuchungen auf DNA-Ebene sind bis auf das Detektionsniveau von SNP mit verschiedenen Verfahren problemlos möglich. Dasselbe gilt für DNA-basierte Erregernachweise. Die Zunahme extrahierbarer DNA aus Blut nach CT-Angiographie kann als Hinweis auf eine perfusionsbedingte Einschwemmung von DNA aus dem Gewebe in die Blutbahn infolge Gefäßwand-/Gewebschädigung durch Druck gewertet werden. Mögliche Auswirkungen auf aktuell neu publizierte molekularpathologi-

sche Verfahren erfordern weitere Validierungen.

Siedenburg J

Mental Health und Angststörungen

Zusammenfassung: Die häufigsten psychischen Veränderungen sind Ermüdung (Fatigue), Angst und Depression. Diese finden sich naturgemäß auch bei fliegendem Personal. Leichte Ängstlichkeit, Zwangsgedanken, Reizbarkeit, Schlafstörungen, leichte somatische oder vegetative Beschwerden sind häufig und oft durch beruflichen oder privaten Streß verursacht. Andererseits können derartige Symptome aber auch Hinweise auf Anpassungsstörungen oder gar Symptome von generalisierter Angst, spezifischen Phobien, Agoraphobie, sozialen Phobien, Panikstörungen oder PTSD sein. Bei der Beurteilung fliegenden Personals geht es darum, häufig normale alltägliche oder vorübergehende, leichte Störungen, die kein Risiko für die Flugsicherheit darstellen, von solchen zu unterscheiden, die sowohl zu einer plötzlichen oder allmählich sich manifestierenden Handlungsunfähigkeit (sudden oder subtle incapacitation), kognitiven Einschränkungen etc. führen können. Letztere können die Fähigkeit einschränken, ein Luftfahrzeug sicher zu steuern, damit die Flugsicherheit gefährden und sind dann zumindest vorübergehend nicht mit einer Tauglichkeit vereinbar. In der Stellungnahme der Mental Health Working Group der AsMA wird betont, daß es für die Flugsicherheit sinnvoller ist, sich bei der Beschäftigung mit psychischen Veränderungen weniger mit den zwar gefährlichen, aber dafür extrem seltenen und schwer zu diagnostizierenden Störungen zu beschäftigen, sondern vielmehr mit den häufigen, die einer Diagnose und Therapie leichter zugänglich sind. Diese sind häufig mit den bereits genannten Streßfaktoren verbunden und eröffnen damit auch die Möglichkeit einer effektiven Prävention. Angst und Furcht sind notwendig für das Überleben des Individuums, ein Übermaß kann jedoch krankheitsrelevant sein. Angst, Panik und Phobien können schwere Auswirkungen auf psychische Gesundheit und auch soziale Folgen haben. Es gibt verschiedene Therapie-Möglichkeiten, insbesondere verhaltenstherapeutische Maßnahmen sind erfolgreich. Flugangst ist eine

spezifische Phobie, die das Fliegen zum Gegenstand hat. Sowohl Passagiere als auch Besatzungsangehörige können betroffen sein, mit unterschiedlichen Folgen für Wohlbefinden und berufliches Fortkommen. Ca. 30 % der Bevölkerung sollen von Flugangst betroffen sein, die genaue Prävalenz bei fliegendem Personal ist nicht bekannt. Es gibt eine Reihe von standardisierten psychologischen Behandlungsoptionen, in jüngster Zeit ergänzt durch Methoden der virtual reality oder via Internet.

Abstract: The most common mental changes are fatigue, anxiety and depression. This applies to flying personnel as well. Slight anxiety, intrusive thoughts, irritability, sleeping disorders, slight somatic or vegetative symptoms are common. Often occupational or private stress factors are the cause. On the other hand such symptoms could be a hint for an adjustment disorder or even indicate generalised anxiety, specific phobias such as agoraphobia or social phobia, panic disorder or PTSD. In the assessment of flying personnel we have to differentiate normal every-day symptoms or temporary, mild symptoms, which do not pose any risk for flight safety, from those, which might cause a sudden or subtle incapacitation, cognitive impairment etc. The latter might impair the ability to safely operate a flying machine and thus jeopardise flight safety. Those are not compatible with the individual's fitness to fly. The Mental Health Working Group of AsMA recommended, that it makes less sense to concentrate on those disorders that are extremely rare, difficult to detect albeit having potentially catastrophic consequences. It makes much more sense to concentrate on the more common disorders that are easier to detect and to treat. These are often associated with the stress factors mentioned above and allow for preventive strategies. Fear and anxiety are relevant for the survival of the individual. However, an excess of both may result in psychopathological disorders. Anxiety, panic, phobias may have severe impacts on psychological and social well-being. Several therapeutic options exist, especially methods of behavioral therapy have proven to be successful. Fear of flying or aviophobia is a particular kind of phobia related to exposure to fly-

ing. Both, passengers and air crew may be affected, with different impacts on well-being and professional career. Whereas about 30 % of the population may be affected the exact prevalence in flight crew is still unknown. Standardised treatment options exist, modern options include virtual reality and the use of on-line resources.

Thiel C, Hüge A, Hauschild S, Tauber S, Lauber B, Polzer J, Paulsen K, Layer L, Ullrich O

Stability of gene expression in human T cells in different gravity environments is clustered in chromosomal region 11p15.4

Einleitung: In the last decades, a plethora of in vitro studies with living human cells contributed a vast amount of knowledge about cellular and molecular effects of microgravity.

Fragestellung: Previous studies focused mostly on the identification of gravity-responsive genes, whereas a multi-platform analysis at an integrative level, which specifically evaluates the extent and robustness of transcriptional response to an altered gravity environment was not performed so far.

Methodik: Therefore, we investigated the stability of gene expression response in non-activated human Jurkat T lymphocytic cells in different gravity environments through the combination of parabolic flights with a suborbital ballistic rocket and 2D clinostat and centrifuge experiments, and through the use of strict controls for excluding all possible other factors of influence.

Ergebnisse: We revealed an overall high stability of gene expression in microgravity and identified olfactory gene expression in the chromosomal region 11p15.4 as particularly robust to altered gravity. The share of stably expressed genes was 3-fold higher in region 11p15.4 compared to the average of the entire genome. We identified that classical reference genes ABCA5, GAPDH, HPRT1, PLA2G4A, and RPL13A were stably expressed in all tested gravity conditions and in all platforms, while ABCA5 and GAPDH were also known to be stably expressed in U937 cells in all gravity conditions.

Schlussfolgerungen: In summary, 10-20% of all transcripts remained totally unchanged in any gravitational environment tested

(between 10-4g and 9g), 20-40% remained unchanged in microgravity (between 10-4g and 10-2g) and 97-99% were not significantly altered in microgravity if strict exclusion criteria were applied. Therefore, we suppose a high stability of gene expression in microgravity. Comparison with other stressors suggests that microgravity alters gene expression homeostasis not stronger than other environmental factors.

Thiel C, Lauber B, Polzer J, Ullrich O

Cellular and molecular regulation in the immune system in altered gravity: Progressive damage or adaptation?

Einleitung: Gravity has been a constant factor throughout the evolution of life on Earth, and played an important role for the architecture and morphology of all biological systems. It can therefore be assumed that abrupt changes of the gravitational force have an impact on the function of living organisms. It is of great interest, if and how cellular and molecular functions adapt to gravitational changes or if they strictly depend on Earth's gravity. Many studies have been performed analyzing the effects of altered gravity on life from unicellular organisms to humans. In human, microgravity leads to numerous deconditioning symptoms like bone demineralization, muscle atrophy, reduced performance of the cardiovascular system, altered neurovestibular perception as well as strong impairment of the immune system. The dysregulation of the immune system under spaceflight conditions is described by vast number of reports. At the cellular and molecular level post-flight dysregulation of the function of the human immune system has been reported frequently.

Fragestellung: Despite the enormous number of studies, a systematic overview about the functions of the immune system in altered gravity with the focus on adaptation processes is lacking.

Methodik: We analyzed existing studies regarding the measured time points for potential adaptation effects of isolated immune cells, animal models and the human body to altered gravity conditions.

Ergebnisse: Many studies indicated an adaptation reaction of the immune system to the

new microgravity environment, at least for the T cell system. Animal and human studies indicated adaptation processes starting after two weeks and continuing until 6 months or longer, which was reflected by cytokine concentrations in blood plasma or in stimulation assays. Adaptive reactions regarding IFN- γ , TNF- α and IL-2 concentrations were detected after 12 days spaceflight in animal studies and after 2–4 months in human studies, whereas adaptive reactions regarding IL-4, IL-6, IL-8 and IL-10 were found after 6 months spaceflight. Cellular studies were performed mainly as short-term studies, and only a few studies addressed alterations longer than 3 days. However, cross validation between studies is often not possible or indicated conflicting results. Many in vitro studies, mostly done with T lymphocytes, demonstrated extensive cellular and molecular alterations. In contrast, long-term studies with animals and humans are completely lacking this dramatic picture of short-term cellular effects, which indicates a very efficient adaptation process, partially evidenced by new steady state of adaptive response in the human immune system after weeks until months.

Schlussfolgerungen: Therefore, we assume that the human body and its cells are equipped with a robust and efficient adaptation potential when challenged with low gravitational environments.

Thiel C, Tauber S, Hauschild S, Lauber B, Polzer J, Paulsen K, Layer L, Ullrich O

Adaptation to microgravity in the macrophage system

Einleitung: The immune system is one of the most affected systems of the human body during space flight, which raises questions about the cellular capacity for adaptation to a new gravitational environment. Cells of the immune system are exceptionally sensitive to microgravity. Thus, serious concerns arise, whether space flight associated weakening of the immune system ultimately precludes the expansion of human presence beyond the Earth's orbit. For human space flight, it is an urgent need to understand the cellular and molecular mechanisms by which altered gravity influences and changes the functions of immune cells

Fragestellung: Our aim was to study potential immediate adaptation and homeostasis responses to an altered gravity environment in the macrophage system and to cross-validate the results not only through independent experiments, but also through independent research platforms and different time points.

Methodik: In the International Space Station (ISS) experiment TRIPLE LUX A, we measured the oxidative burst reaction in mammalian macrophages (NR8383 rat alveolar macrophages) exposed to a centrifuge regime of internal 0g and 1g controls and step-wise increase or decrease of the gravitational force in four independent experiments. We further investigated the dynamics of gene expression response to different gravitational environments in human U937 cells during a parabolic flight and a suborbital ballistic rocket experiment. During the ISS experiment CELLBOX-PRIME, we investigated long-term structural and metabolic alterations in primary human macrophages.

Ergebnisse: We found that the oxidative burst reaction in macrophages adapted to microgravity in an ultra-fast manner within seconds, after an immediate inhibitory effect on the oxidative burst reaction. The number of differentially expressed transcripts after 20s microgravity decreased dramatically within 5min. Additionally, we neither detected quantitative nor structural changes of the actin and vimentin cytoskeleton after 11 days in microgravity when compared to 1g controls. The analysis of 75 metabolites in the cell culture supernatant by GC-TOF-MS, revealed eight metabolites with significantly different quantities when compared to 1g controls.

Schlussfolgerungen: The surprisingly ultra-fast adaptation of the oxidative burst reaction to microgravity after seconds, the extensive adaptation response of the transcriptome after minutes and the cytoskeletal stability after long-term microgravity exposure suggest the existence of a highly efficient adaptation potential to a low gravity environment in cells of the macrophage. We assume that the surprisingly small and non-significant cytoskeletal alterations represent a stable "steady state" after adaptive processes are initiated in the new microgravity environment. Due to the

utmost importance of the human macrophage system for the elimination of pathogens and the clearance of apoptotic cells, its apparent robustness to a low gravity environment is crucial for human health and performance during long-term space missions.

Venus M

Human Performance and Limitations in Pilot Training – No Link between Classroom and Cockpit?

Einleitung: The Germanwings crash in 2015, LAM crash (2013), SilkAir (1997), EgyptAir (1999), the disappearance of Malaysian flight MH370 (2014) showed, that airline pilots are not only very well trained, extremely controlled high performers, deep inside they are also human. A recent study of the Harvard School of Public Health revealed, that 12.6% of the airline pilots are depressed (PHQ-9), 4.1% are having suicidal thoughts, while they are on flight duty. The self-reporting of the mentally severely sick first officer, mandatory according to Part-MED, did not work. The mental fitness assessment for the mandatory medical certification did not raise any suspicion, although the Medical Class 1 of this pilot had a clear waiver due to a severe depressive and suicidal phase at the very beginning of his basic flight training.

About 20 years ago EASA made Human Performance and Limitations (HPL) a mandatory theory topic for all pilots at all levels (e.g. gliders, LAPL, PPL, CPL, IFR up to ATPL) for airplanes and helicopters. Ab initio pilots get good HPL-theory-training by instructors, who may be meteorologists, nurses or physicians at their ATO.

Fragestellung: The theory topic Human Performance and Limitations is taught in classroom or self-study. It is very sophisticated, usually written by scientists for scientists. It is usually far from personal experience and skill training. It contains lots of content, that's highly irrelevant in emergency situations like aircraft upset. It is usually written in a foreign language, and evaluated in a highly questionable multiple choice test.

These may be contributing factors, why pilots hardly apply this largely incomprehensible topic in flight operations. And there is another reason, why this Human Performance and

Limitations theory has little relevance for many pilots: At the EASA Germanwings Task Force Meetings pilot unions pointed out, that pilots also have good reasons to hide potential decrease in medical fitness they are aware of: Because they would jeopardize their Medical Class 1 and their pilot career.

Methodik: The present pool of HPL learning objectives, current and after more than 15 years still used multiple choice questions for the evaluation of HPL-knowledge are shown and analyzed. They are compared with the present hot topics in Human Performance and Limitations, like fatigue despite the application of the new rules of flight time limitations (FRMS), effects of fatigue on mental health, the new EASA CRM training topics like upset recovery training, startle and surprise, resilience, etc.

Ergebnisse, Schlussfolgerungen: Methods are shown, how a deeper understanding of Human Performance and Limitations theory could be achieved, connection theory and skill training. Better ways of effective evaluation of HPL knowledge are shown, as well as the necessity of in depth training of flight-instructors (train the trainer). It will be pointed out, how pilots' deeper understanding of HPL could lead to more aviation safety.

Wattenwyl R, Bron D

Entwickelt sich beim fliegenden Personal ein effizientes Arbeitszeitmanagement zum Fatigue-Risikofaktor?

Einleitung: Konkurrenzdruck, Kosteneffektivität, Kostendruck und Kostenersparnis zwingen moderne Luftfahrtunternehmen zu erhöhter Effizienz. Dies spiegelt sich nicht zuletzt in einer stringenten Planung der Personalressourcen, insbesondere des fliegenden Personals wieder. So wird zum Beispiel heutzutage mittels einer ausgeklügelten Software die Flight Duty Time der Crew auf die Bedürfnisse des Flugplans unter Berücksichtigung von Personalverfügbarkeit, Ferienplanung, individueller Wünsche und den vorgeschriebenen Ruhezeiten möglichst Zeit- und Kosteneffizient vorausgeplant. Ein daraus resultierender möglicher Zusammenhang an beobachteten psychischen Belastungsstörungen unter Piloten bei uns am Institut veranlasste uns, uns näher mit dem Einsatzzeitmanage-

ment und einer daraus resultierendem möglichen Fatigue-Problematik bei fliegendem Personal auseinander zu setzen.

Fragestellung: Entwickelt sich beim fliegenden Personal ein effizientes Arbeitszeitmanagement zum Fatigue-Risikofaktor?

Methodik: Es handelt sich um eine empirisch Beobachtete Entwicklung bei vornehmlich in Airlines tätigen Berufspiloten. Gemeinsamer Nenner der bei uns am Institut beobachteten Fälle war die Bemänglung der zunehmenden Dysbalance zwischen zeitlicher Arbeitsbelastung und individueller Erholungszeit. Wir beschreiben anhand der bei uns dokumentierten Fälle einen möglichen Zusammenhang von zeiteffektiver Crewplanung und zunehmend als negativ empfundene Arbeitszeitbelastung.

Ergebnisse: Innerhalb von 6 Monaten musste bei uns am Institut in 3 Fällen aufgrund der Diagnose Burnout eine Fluguntauglichkeit ausgesprochen und eine konsekutive Therapie eingeleitet werden. Aufgrund der potentiell existenzbedrohende Situation und der damit verbundenen hohen Hemmschwelle Hilfe in Anspruch zu nehmen, gehen wir von einer deutlich höheren Dunkelziffer von Betroffenen aus.

Schlussfolgerungen: Eine ehrgeizige Creweinsatzplanung kann Einfluss auf das körperliche und psychische Wohlbefinden von fliegendem Personal haben. Beobachtungen in diesem Zusammenhang lassen eine zunehmende Kluft zwischen dem was legal und dem was legitim ist erahnen. Da der wissenschaftliche Zusammenhang zwischen Übermüdung, Fatigue und abnehmender Leistungsfähigkeit von Cockpitpersonal evident ist, ist eine entsprechende Problematik potentiell sicherheitsrelevant.

Poster

Dachtler A

Weltrekordversuch im Höhenfreifall ohne Sauerstoff

Einleitung: Am 14.11.1995 stellte der französische Fallschirmsportler Patrick de Gayardon mit einem Sprung aus einer Höhe von 12700 Meter einen Weltrekord im Freifall ohne Sauerstoffversorgung auf.

Fragestellung: Bis auf welche Absprunghöhe kann dieser Rekord verschoben werden? (Ziel: 14000 Meter +/-)

Methodik: Eine Kombination aus zielgerichtetem körperlichen und mentalen Training unter konsequenter medizinischer Überwachung soll es mir ermöglichen, diesen Rekord zu brechen. Hierzu werden vor allem Erkenntnisse und Techniken aus dem Apnoetauchen angewendet. Mein Ziel ist die Erlangung der notwendigen mentalen Stabilität, um die vorhandenen und trainierten physiologischen Fähigkeiten und Fertigkeiten (Atemkontrolle) in einer extrem lebensfeindlichen Umgebung und einer hochgradigen Stresssituation anwenden zu können. Testreihen und Simulationen in der Unterdruckkammer führen zu Trainingssprüngen aus zunehmenden Höhen und schließlich zum eigentlichen Rekordversuch. Es geht dabei auch um einen Gegenentwurf zu den spektakulären Rekordsprüngen der letzten Jahre. Die sehr technischen Projekte von Felix Baumgartner / Red Bull (Red Bull Stratos) und Alan Eustace (Paragon StratEx) hatten die Verbesserung der mehrere Jahrzehnte alten Höhenrekorde im Freifall mit Sauerstoffversorgung (Druckanzug) zum Ziel. Die hierbei verwendeten Materialien und Ausrüstungen waren jedoch im Prinzip aus der Luft- und Raumfahrt in vielfacher Form erprobt und bewährt. Interessanter erscheint deshalb die Frage, wo physiologische Grenzen – die des Menschen- und nicht des technisch Möglichen – liegen.

Ergebnisse: Es kann ein Abgleich zwischen den theoretischen medizinischen Limitierungen und der tatsächlichen Leistungsfähigkeit des menschlichen Organismus getroffen werden. Gleichzeitig dient natürlich ein Weltrekord auch als eine hervorragende PR-Plattform für jede Art von möglichem Sponsoring. Dieses Projekt ist somit als ganzheit-

lich psychophysiologisches Experiment weit mehr als ein reiner Extremsport-Rekordversuch.

Homann H, Sasse U, Schilling N

Betriebliche Gesundheitsförderung für Kofferlader am Hamburg Airport

Einleitung: Die Hauptzielsetzung des Projektes besteht darin, den Gesundheitsschutz für die Beschäftigten am Hamburg Airport wesentlich zu verbessern. Unter Beteiligung der BG Verkehr wurde ein Konzept zur spezifischen Gesundheitsförderung entwickelt und umgesetzt. Schwerpunktmäßig wurden hierfür zuerst die Tätigkeiten von Kofferladern am Luftfahrzeug, im Hinblick auf die Muskel- Skelettbelastungen beim Manipulieren von Lasten analysiert. Ein weiterer zentraler Gesichtspunkt war es, den betriebswirtschaftlichen Nutzen der Maßnahme für den Unternehmer nachzuweisen.

Fragestellung: Ist es möglich durch die Einführung eines gezielten Betrieblichen Gesundheitsmanagements die Motivation der Mitarbeiter in der Art und Weise so zu fördern, dass ein nachweislicher Nutzen für die Gesunderhaltung des Muskel-/ Skelettapparates erkennbar ist? Können richtige Bewegungsabläufe beim Manipulieren von Lasten dauerhaft antrainiert und erhalten werden?

Methodik: In Zusammenarbeit mit der Firma Lifebonus und der Unternehmensleitung des Groundhandling am Hamburger Flughafen, wurde ein Konzept zur Reduzierung der Ausfalltage erarbeitet. Im Zentrum steht dabei die Einführung eines Trainingssatelliten und eines Job-Simulators (Mock-Up) für Ladepersonal am Hamburg Airport. In der ersten Projektphase (2015) standen ca. 180 Mitarbeiter aus dem Bereich Flugzeugbe- und -entladung im Fokus, denen die Teilnahme an der Maßnahme angeboten wurde.

Ergebnisse: Die Akzeptanz bei den Beschäftigten ist deutlich höher als erwartet und die durchschnittlichen Ausfallzeiten durch Rückenerkrankungen der Zielgruppe sind um ca. 40% zurückgegangen. 2015 hat das Projekt den Hamburger Gesundheitspreis gewonnen.

Schlussfolgerungen: Die vorgestellten Maßnahmen zur betrieblichen Gesundheitsförderung werden weiterhin angeboten und im Jahr 2017 erweitert auf Mitarbeiter in den Gepäck-

kellern, Bus- und Schlepperfahrer sowie Lfz-Cleaner. Dieses Angebot können dann insgesamt ca. 800 gewerblich Beschäftigte wahrnehmen. Auch hier wird die BG Verkehr am Projekt aktiv beteiligt sein. Geplant ist ergänzend eine Evaluation durch die BG Verkehr und die Zusammenarbeit mit anderen Sozialversicherungsträgern.

Knaup M

Biomechanische Arbeitsplatzanalyse im Cockpit des Eurofighter 2000

Einleitung: In der Arbeitswelt - insbesondere aber in der zivilen wie militärischen Fliegerei - spielt der „Faktor Mensch“ eine zunehmend bedeutsame Rolle. In aller Regel sind es heute menschliche Leistungsgrenzen, die die Performance des Mensch-Maschine-Systems begrenzen. „Human Performance Enhancement“ (HPE) drückt das Bestreben aus, diese Leistungsgrenzen zur Verbesserung der Systemperformance, Ausweitung der Belastungswiderstände und Erhöhung der Arbeits- und im übertragenen Sinne der Flugsicherheit anzuheben. Dazu bedarf es geeigneter Trainingsprogramme, deren Effektivität umso größer ist, je mehr Erkenntnisse aus biomechanischen Arbeitsplatzanalysen Eingang in die Gestaltung der Programme einfließen. Im Rahmen von „Human Performance Optimization“ (HPO) werden diese Erkenntnisse in die Trainingsgestaltung integriert. Dadurch ist eine optimale Anpassung des Menschen an die Erfordernisse seiner fliegenden Arbeitsumgebung möglich. Im Rahmen eines Modellversuchs werden im Taktischen Luftwaffengeschwader 31 „Boelcke“ Trainingsprogramme für Eurofighter-Piloten entwickelt, die hohen Beschleunigungskräften (Gz) ausgesetzt sind und im besonderen Maße von biomechanischen Arbeitsplatzanalysen profitieren.

Fragestellung: Welchen biomechanischen Beanspruchungen unterliegen die Wirbelsäulen von Eurofighter-Piloten bei hohen bis maximalen Gz-Beschleunigungen in standardisierten Luftkampf-Flugprofilen?

Methodik: Voruntersuchung im Eurofighter Simulator (Gz = 1) zur Analyse der Bewegungsmuster des Kopfes. Dazu ergänzend statistische Auswertung von Protokollen real durchgeführter Eurofighter-Flüge insbesondere derer mit Luftkampfanteilen (Basic Figh-

ter Maneuvers (BFM) und Air Combat Maneuvers (ACM)). Durchführung von Musterflügen an der Wehrtechnischen Dienststelle (WTD) 61 mit Aufzeichnung der Kopfbewegung des Piloten mittels Analyse von Helmbewegung und Flugzeugparameter bei typischen Luftkampfmanövern bis annähernd 9Gz. Transformation der Ergebnisse mittels 3D-Mensch-Modellierung über statische Haltungsmodelle in dynamische Simulation der Luftkampfmanöver mit der Kopplung CAD-Modell Mensch (Manikin)/Flugzeug-Kinematik/Kinetik.

Ergebnisse: Erwartet werden Daten zur Bewertung von Belastungsintensitäten (Kräfte, Drehmomente, Spannungen) aus real durchgeführten als auch simulierten Eurofighter-Flügen im hohen bis maximalen Gz-Bereich, die eine Optimierung der individuellen Trainingsprogramme ermöglichen. Die Methodik lässt sich – bei nachgewiesener Eignung – auf die biomechanische Arbeitsplatzanalyse anderer Waffensysteme übertragen.

Schlussfolgerungen: Biomechanische Arbeitsplatzanalyse fliegender Waffensysteme (hier Eurofighter) zur Optimierung von Trainingsprogrammen für deren Besatzungen (HPE/HPO) sind ein wertvoller flugmedizinischer Beitrag für die Weiterentwicklung fliegender Waffensysteme, Konzeptionierung des Trainings als auch der persönlichen Ausrüstung der fliegenden Besatzungen der Zukunft.

Konda B, Baumstark-Khan C, Spitta L, Hellweg C

DNA-Schadensantwort von porcinen Augenlinsen in Organkultur und in vitro kultivierten Linsenepithelzellen auf ionisierte Strahlung

Einleitung: Astronauten auf Weltraummissionen, vor allem auf Langzeit-Missionen zu Mond oder Mars, haben ein höheres Risiko für Späteeffekte der Strahlenexposition wie Krebs oder subkapsuläre corticale Augenlinsentrübungen. Dies ist auf eine höhere Dosis und eine unterschiedliche zelluläre Energiedeposition der Komponenten der galaktischen kosmischen Strahlung mit hohem linearen Energietransfer (LET) im Vergleich mit der Niedrig-LET-Strahlung auf der Erde zurückzuführen. Die Augenlinse wird als ein strahlungsemp-

findliches Organ betrachtet. Der strahlungsinduzierte Katarakt tritt mit einer Schwellenenergiedosis von 0,5 Gy dünn ionisierender Strahlung auf. Für die terrestrische Strahlenexposition von der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP, 2011) wurde der Grenzwert auf jährlich 20 mSv festgelegt. Astronauten sind viel höheren Dosen ausgesetzt: durchschnittlich 150 mSv pro Jahr auf der Internationalen Raumstation (ISS) und 1,2 bis 1,4 mSv pro Tag auf Apollo- und Skylab-Missionen (Cucinotta et al., 2001).

Fragestellung: Es wird angenommen, dass eine strahlungsinduzierte Linsentrübung durch proliferative Aktivität genetisch geschädigter Linsenepithelzellen mit Veränderungen in der Zellzykluskontrolle, Apoptose, Differenzierung oder anderen Signalwegen, welche die Linserfaserdifferenzierung kontrollieren, nach Bestrahlung eingeleitet wird. Da die Schweineaugenlinse der menschlichen Linse in Größe und Anatomie ähnelt, wird die DNA-Schadensreaktion in Ex-vivo porcinen Linsen in der Organkultur, in in-vitro-kultivierten Linsenepithelien (ES) und in Schweinelinsen-Epithelzellen untersucht (pLEC).

Methodik: Das Zellüberleben von proliferativen Zellen wurde mit dem Koloniebildungs-(CFA)-Test bestimmt. Die phosphorylierte Form von H2AX, bekannt als γ H2AX, wurde als molekularer Marker verwendet, um DNA-Doppelstrangbrüche (DSB) und deren Reparatur zu visualisieren. Das modifizierte Thymidin-Analogon EdU wurde effizient in neu synthetisierte DNA eingebaut und durch einen photostabilen Alexafluor-Farbstoff in einer schnellen, hochspezifischen Klickreaktion sichtbar gemacht. Durch Propidiumjodid-basierte DNA-Färbung wurde der zelluläre DNA-Gehalt als Indikator für strahleninduzierte Zellzyklusstörungen quantifiziert.

Ergebnisse: Die Ergebnisse für in-vitro-kultivierte pLEC werden mit in vitro kultivierten Epithelplatten und ex-vivo-Augenlinsen in der Organkultur verglichen. Der Anteil der DNA-synthetisierenden Zellen nach 2-h Inkubation mit EdU-Puls war am höchsten in pLEC, gefolgt von ES > ganzen Linsen. In pLEC folgt die Zellüberlebenskurve der unmittelbar ausgesäten Zellen und auch nach einer Erholungsperiode von 24 h der Gleichung $S =$

$1,40 \times D + \ln 1,47$ und $S = 1,59 \times D + \ln 1,79$. DNA-DSB werden dosisabhängig (~ 18 DSB / Zelle / Gy) induziert und bei sukzessiver Erholung repariert (~ 5 DSB / Zelle / Gy Restschaden nach 24 h). Für Dosen > 2 Gy trat ein Zellzyklus-Arrest in der G2-Phase 24 h nach X-Bestrahlung auf und bestand bis zu 72 h nach der Bestrahlung. DNA-DSB-Induktion und -Reparatur wurde auch für ES und ganze Linsen nach Röntgenbestrahlung nachgewiesen. Bei ganzen Linsen war der Restschaden (nach 24 h und 48 h) in der äquatorialen Zone am höchsten, während in der zentralen Epithelzone die Kinetik der DSB-Reparatur ähnlich der in vitro kultivierten pLEC verläuft.

Schlussfolgerungen: Linsen-Organkultur ermöglicht Zellstoffwechsel und DNA-Synthese in ganzen Linsen. Die Reparatur von DNA-DSB erfolgt in der zentralen Epithelschicht und ist im äquatorialen Bereich der kultivierten Linsen reduziert

Koschate J, Hoffmann U, Thieschäfer L, Drescher U, Werner A

Akute Blutdruckregulation nach (simulierten) Gravitationsänderungen

Einleitung: Eine adäquate Regulation des Blutdruckes ist essentiell, um orthostatischen Beanspruchungen, wie sie im Alltag, im Sport oder in der Luft- und Raumfahrt durch Gravitationswechsel und/oder Änderungen der Körperposition auftreten, entgegen zu wirken. Schlegel et al. (JAP 85:1957-1965, 1998) beschrieben die Reaktionen des mittleren Blutdrucks (mBD) und des Schlagvolumens (SV, beide absinkend) sowie der Herzfrequenz (HR, ansteigend) im Übergang von Mikrogravitation zu Hypergravitation während Parabelflügen (PF) und Kipptisch-Experimenten (KIPP) als ähnlich, verglichen sie jedoch nicht direkt und intraindividuell.

Fragestellung: Sind die kardiovaskulären Reaktionen bei Gravitationswechseln und Änderungen der Körperlage vergleichbar?

Methodik: Elf Männer (179 ± 9 cm, 79 ± 8 kg) wurden sowohl während eines PF, einer KIPP-Untersuchung und mit Hilfe einer Langarm-Human-Zentrifuge (HZF), verschiedenen (simulierten) Gravitationsänderungen ausgesetzt. Der zeitliche Ablauf der Gravitationsänderungen orientierte sich an dem eines PFs,

wobei die Abfolge der Gravitationswechsel vier Mal wiederholt wurde:

Bedingung	BASE	HYPER1 (25 s)	MICRO (22 s)	HYPER2 (25 s)	REC
PF	1 g	1,8 g	0 g	1,8 g	1 g
HZF	1,7 g	2,1 g	1,2 g	2,1 g	1,7 g
KIPP	65°	90°	65°	90°	65°

PF: Parabellflug; HZF: Humanzentrifuge; KIPP: Kippstich; BASE: Baseline; HYPER1: erste Hypergravitationsphase; MICRO: Mikrogravitationsphase; HYPER2: zweite Hypergravitationsphase; REC: Erholungsphase.

Mittels Portapres M2 Beatfast-Analyse (Finapres, Amsterdam, Niederlande) wurden HR und mittlerer Blutdruck (mBD) beat-to-beat gemessen und Schlagvolumen (SV) sowie Herz-Zeit-Volumen (CO) berechnet.

Ergebnisse: Da für die verschiedenen Parameter Unterschiede im Intervall BASE festzustellen sind, wurden die Veränderungen gegenüber BASE betrachtet. Die Veränderungen von mBD und HF sind während KIPP gegenüber PF und HZF ausgeprägter. Während PF und KIPP fällt der mBD in HYPER2 initial stark ab. Während der HZF-Untersuchungen ist dies nicht erkennbar, hier steigt der mBD in HYPER2 initial an und bleibt dann konstant. Das SV während der HZF-Experimente steigt während MICRO im Vergleich zu BASE um ca. 20 ml an, dies fällt während PF geringer aus und bei KIPP ist ein Abfall um ca. 15 ml im Vergleich zu BASE erkennbar. Weiterhin steigt das SV in HYPER2 bei KIPP an, fällt jedoch in den beiden anderen Bedingungen ab. Diese Unterschiede spiegeln sich entsprechend im CO wider. Während MICRO zeigt sich ein absinkendes CO bei KIPP, ein gleichbleibendes während PF und ein um ca. 2 L min⁻¹ ansteigendes während HZF.

Schlussfolgerungen: Insbesondere im Übergang von MICRO zu HYPER2 unterscheiden sich die kardiovaskulären Regulationen als Reaktion auf die Gravitationsänderung, bzw. Änderung der Körperlage.

Entscheidend muss hier das SV sein, da die Veränderungen der HR zwischen den Bedingungen ähnlich sind. In der MICRO-Phase der HZF steigt das SV stark an. Dies hat zur Folge, dass der mBD während HYPER2 nicht wie während KIPP und PF abfällt, sondern schnell auf ein konstantes Niveau zurückreguliert werden kann. Dies könnte auf unterschiedlich wirkende hydrostatische Faktoren zurückgeführt werden, die die Pumpfunktion des Herzens und damit das SV beeinflussen.

Kühn S, Gerlach D, Noble H, Limper U

Zwei unerwartete Befunde in der Magnetresonanztomographie des Gehirns nach 6 Tagen Höhenakklimatisation in 4554 m - Fallbericht im Rahmen der EFA – Studie –

Einleitung: Mehrere Fallberichte dokumentierten diverse strukturelle Veränderungen des Gehirns nach schweren Verläufen akuter Höhenkrankheit (Acute Mountain Sickness / AMS) oder High Altitude Cerebral Edema (HACE). Teils widersprüchlich wurde von Einblutungen, vasogenen respektive cytotoxischen Ödemen oder auch angeblich neu entstandenen Marklagergliosen berichtet. Tatsächlich in Zusammenhang mit den in der Höhe auftretenden, extremen Umständen, können nachhaltig nur wenige Berichte gebracht werden. Insbesondere pathophysiologische Mechanismen sind größtenteils unklar. Im Rahmen der EFA – Studie wurden bildgebend cerebrale Veränderungen nach Aufstieg auf und vollständiger Akklimatisation in 4554 m Höhe untersucht. Aufgrund der für schwere Verläufe von AMS oder HACE untypisch niedrigen Höhe und der Möglichkeit einer physiologischen Adaptation über 6 Tage, erwarten wir kein Auftreten frischer, struktureller Läsionen.

Methodik: 9 Probanden stiegen innerhalb von 48 h von 1154 m zur Capanna Regina Margherita in 4554 m auf und blieben für 7 Tage vor Ort. MRT – Untersuchungen des Gehirns wurden auf Meeresspiegelhöhe vor dem Aufstieg, innerhalb von 12 h nach dem Abstieg und wiederum erneut 108 Tage danach durchgeführt. Engmaschigere Zwischenkontrollen bei detektierten Veränderungen wurden optional gehandhabt. Das MRT-Sequenzprotokoll enthielt zur Detektion struktureller Veränderungen unter anderem eine anatomische 3D isotrope Double Inversion Recovery - Sequenz, eine suszeptibilitätsgewichtete Sequenz sowie eine jeweils axiale T2-TSE und FLAIR – Sequenz. Zur quantitativen Bestimmung von Diffusionsveränderungen und Differenzierung von intra- und extrazellulären Ödemen wurde zudem eine diffusionsgewichtete Sequenz mit anschließendem ADC – Mapping ergänzt.

Ergebnisse: Bei zwei Probanden wurden visuell detektierbare, strukturelle Veränderungen des Hirnparenchyms in der Messung unmittelbar nach dem Abstieg festgestellt. Bei ei-

nem Probanden trat ein fokales, cytotoxisch intrazelluläres Ödem im Splenium im Sinne eines RESLES auf. Ein weiterer Proband zeigte eine Aggravation von vorbestehenden white matter lesions (WML) und Neuentwicklung von frischen WML in den bereits betroffenen Regionen. Diese deuteten im Gegensatz zur Spleniumläsion des ersten Probanden eine Diffusionszunahme auf, was auf ein vasogen extrazelluläres Ödem hinweist. Sämtliche neuauftretenden Veränderungen bei beiden Probanden waren reversibel und innerhalb von 15 Tagen nach Abstieg nicht mehr morphologisch nachweisbar.

Schlussfolgerungen: Strukturelle und manifest ödematöse Veränderungen des Gehirns nach Höhengaufenthalt, vollständiger Akklimatisation und ohne jegliche Symptomatik eines HACE, wurden nach Wissen der Autoren, bisher noch nicht beschrieben. Das Auftreten eines sowohl intra- als auch extrazellulären Ödems bei identischer externer Triggerung lässt auf unterschiedliche Pathomechanismen schließen.

Lipke E, Weber F, Mayr B

Jeder Tropfen zählt – Urinproben in der forensischen DNA-Analyse

Einleitung: Urinproben werden traditionell für eine Vielzahl von medizinischen und analytischen Verfahren genutzt und sind ein wesentlicher Bestandteil beim direkten und indirekten Nachweis von z.B. psychoaktiven Substanzen, die u.a. die Reaktionszeit und Vitalfunktionen beeinflussen können. Berufsgruppen wie Piloten, die in den hoch komplexen Systemen der heutigen Luftfahrzeuge Entscheidungs- und Verantwortungsträger sind, unterliegen daher besonderen Bestimmungen, die ein hohes Maß an Sicherheit gewährleisten. So wurde durch das 15. Gesetz zur Änderung des Luftverkehrsgesetzes (15. LuftVGÄndG) jüngst die verdachtsunabhängige Kontrolle von Luftfahrzeugführern vor Dienstbeginn festgelegt. Im Zuge der Umsetzung dieses Gesetzes wird es daher vermehrt zu Kontrollen von Urinproben auf z.B. psychoaktive Substanzen kommen. Vor diesem Hintergrund sollte vor allem die Probenentnahme mit größter Sorgfalt begleitet werden, um Verwechslungen und Vertauschungen zu verhindern.

Fragestellung: Sollte es dennoch zu Verdachtsmomenten der Vertauschung von Proben kommen, stellt sich die Frage, wie man die entsprechende Urinprobe zweifelsfrei einer Person zuordnen kann.

Methodik: Zur eindeutigen Zuordnung einer Urinprobe zu einer Person eignet sich der sogenannte „genetische Fingerabdruck“, der im Rahmen der forensischen-DNA-Analyse generiert wird. Für die Generierung des „genetischen Fingerabdrucks“ eignet sich grundsätzlich jede Zelle des menschlichen Körpers mit einem Zellkern. Daher können auch Epithelzellen, die sich im Urin sammeln und ausgeschieden werden, für die genetische Identifizierung herangezogen werden. Für die anschließende Zuordnung wird zusätzlich eine Referenzprobe (z.B. Mundschleimhautabrieb) von der fraglichen Vergleichsperson entnommen und analysiert.

Wir haben 100 Urinproben von 14 verschiedenen Personen (5 m/9 w) untersucht. Die Urinproben wurden jeweils am Morgen und am späten Vormittag gewonnen. Es wurden sowohl unterschiedliche Volumina für die Untersuchungen verwendet, als auch Verdünnungsreihen angefertigt um die Limitationen von Urinproben für die genetische Analyse und den Effekt von möglichen Verfälschungsfaktoren aufzuzeigen.

Ergebnisse: Insgesamt konnte für 90% der Urinproben (n=100) ein „genetischer Fingerabdruck“ erstellt werden. In 84% war die Generierung eines Vollprofils (alle untersuchten Systeme darstellbar) und in weiteren 6% die Generierung eines Teilprofils (wenigstens die Hälfte der untersuchten Systeme ist darstellbar) möglich. Ein Unterschied bezüglich der Tageszeit konnte nicht festgestellt werden. Es zeigten sich jedoch geschlechtsspezifische Unterschiede. So konnte für 77% der Urinproben der männlichen Studienteilnehmer (n=26) und sogar für 89% der weiblichen Studienteilnehmer (n=71) ein Vollprofil generiert werden. Auch die Verdünnungsstudien ergaben eine sehr hohe Erfolgsquote. So konnte auch bei 1:10 Verdünnungen der Proben für 93% (n=29) ein Vollprofil generiert werden.

Schlussfolgerungen: Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass die Generierung des „genetischen Fingerabdrucks“ für fast alle untersuchten Proben, einschließlich der Verdün-

nungen, möglich war. Sollte es folglich zu Verdachtsmomenten der Vertauschung oder Verwechslung kommen, ist die forensische DNA-Analyse eine geeignete Methode zur nachträglichen Zuordnung einer Urinprobe zu einer bestimmten Person.

Neuhaus C, Huck M, Lichtenstern C

Adaptation des Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) zur Analyse medizinischer CIRS-Meldungen

Fragestellung: Critical Incident Reporting Systeme (CIRS) sind ein Werkzeug im Risikomanagement bei dem alle Teilnehmer aus Beinahezwischenfällen anderer lernen. Dies beschränkt sich bisher vornehmlich auf die Bearbeitung einzelner Fälle, wodurch wiederkehrende Problemfelder sowie systemische und organisatorische Gefährdungen der Patientensicherheit nur schwer identifiziert werden können. Ein in der Luftfahrt etabliertes Tool zur Kategorisierung des „human factors“ stellt das HFACS-Framework dar, bei dem 4 aufeinander aufbauenden Ebenen der Fehlerentstehung nach Reason [1] systematisch anhand von Nanocodes analysiert werden. Ziel dieser Arbeit war die Anwendbarkeit von HFACS zur Analyse von CIRS-Meldungen zu überprüfen.

Material, Methoden: Das HFACS-Framework [2] wurde für die Analyse medizinischer Zwischenfallsmeldungen adaptiert, wofür 117 Nanocodes in 19 Kategorien erstellt wurden. Meldungen eines Universitätsklinikums im CIRS-AINS System wurden von zwei unabhängigen Untersuchern in jedem der Nanocodes auf ihre Beurteilbarkeit überprüft.

Ergebnisse: Insgesamt wurden 50 CIRS-Meldungen nach dem HFACS-Modell klassifiziert. Die mittlere Bearbeitungszeit pro Meldung betrug 22 Minuten. Auf der Ebene der sicherheitsrelevanten Handlung konnten 94% (n=47) der Fälle eindeutig in den Kategorien „Fehlentscheidung“, „fertigkeitsbasierter Fehler“, „Wahrnehmungsfehler“, „Routineverstöße“ und „außergewöhnliche Verstöße“ beurteilt werden. Auch auf der darüber liegenden Ebene der „Voraussetzungen für sicherheitsrelevante Handlungen“ konnten 92% (n=46) der Fälle gemäß HFACS eingruppiert werden. Die Meldungen waren unter dem Aspekt „Führungsverhalten“ nur in

58% (n=29) der Fälle eindeutig beurteilbar. „Organisatorische Einflüsse“ der Fehlerentstehung, unterteilt in „Ressourcenmanagement“, „Organisationsklima“ und „operationalen Prozess“ waren nur in 26% (n=13) der Fälle klassifizierbar.

Schlussfolgerungen: Das HFACS-Framework stellt eine vielversprechende Methode zur differenzierten Analyse des „Faktors Mensch“ in der Zwischenfallentstehung dar, da hierdurch meldungsübergreifende Faktoren der Fehlerkette aufgedeckt werden können. Für eine umfassende und nachhaltige Analyse sollten organisatorische Rahmenbedingungen und hierarchische Einflüsse bei der Eingabe von CIRS-Meldungen gezielter abgefragt und erfasst werden.

Pilz C, Canzler U

Videobasierte Herzratenschätzung aus Gesichtsbereichen unter realistischen Bedingungen

Einleitung: Physiologische Messungen wie die Erhebung der Herzrate gehören in der Medizin zu den Standardwerkzeugen der Diagnosemöglichkeiten am Menschen. In der Regel handelt es sich hierbei um intrusive, kontaktbehaftete Messmethoden. Eine alternative Messmethode zur nicht-intrusiven Erfassung von Herzratenparametern ist das sogenannte Photoplethysmography Imaging (PPGI). Hierbei werden mittels Kamerasensoren kleine Helligkeitsunterschiede der Hautfarbe auf periodische Signalanteile untersucht. Das Verfahren ist dabei auf kontrollierte Rahmenbedingungen wie eine homogene, statische Beleuchtung und Ruhe der relevanten Hautregionen angewiesen, da ansonsten das ohnehin schon schwache Signal nicht mehr erkennbar ist.

Lösungsansatz: Um eine weitgehende Unabhängigkeit des Verfahrens gegenüber den genannten Störgrößen zu erlauben, wurde dieses als quasi-periodischer stochastischer Prozess behandelt und mittels Differenzialgleichungen eine dynamische Zustandsraumrepräsentation gebildet. Hierdurch lässt sich eine Quellentrennung zwischen den störenden Gesichtsbewegungen, Beleuchtungsvariationen und dem eigentlichen Hautperfusionssignal erreichen.

Evaluierung: Im Rahmen einer Datenerhebung wurden 25 Personen mittels einer handelsüblichen Webcam etwa eine Minute lang aufgenommen. Die Aufnahme wurde unterteilt in eine Phase, in der sich der Kopf ohne Mimik und Sprache in Ruhe befand und eine zweite Phase, welche freie Kopfbewegungen mit Mimikanteilen und Sprachdialoge enthielt. Während der Aufnahmen wurde mit einem Fingerpulsoximeter eine Referenzherzrate erfasst und parallel automatisch eine videobasierte Analyse der relevanten Gesichtsregionen vorgenommen, wobei anhand der Farbwerte und der stochastischen Modellierung die Herzrate für Abschnitte im Sekundenbereich geschätzt wurde. Zum Vergleich wurden zwei namenhafte Verfahren aus der Literatur implementiert und gegenübergestellt. Die stochastische Modellierung der Hautperfusion erzielte ohne Kopfbewegungen eine Korrelation gegenüber den Referenzwerten von 0.95 und einen durchschnittlichen Schätzfehler von 3.6 BPM. Bei den Sequenzen mit natürlichen Kopf- und Gesichtsbewegungen reduzierte sich die Korrelation auf 0.87 und der durchschnittliche Schätzfehler erhöhte sich auf 3.9 BPM. Die Vergleichsverfahren erzielten durchgehend niedrigere Korrelationswerte. Unter den Bewegungssequenzen konnten diese durchgehend keine sinnvollen Schätzwerte liefern.

Fazit: Die videobasierte nicht-intrusive Schätzung der Herzrate anhand der Analyse von Gesichtsregionen kann unter natürlichen Bedingungen mit der vorgestellten Methode robust geschätzt werden. Die Stabilität der Schätzungen zeigt sich gegenüber der üblichen Verfahrensweise als wesentlich leistungsfähiger. Eine Anwendung unter realen Szenarien sollte somit realisierbar sein.

Pippig T

Asymptomatische Bandscheibenveränderungen bei jungen Männern: Diagnostik, Häufigkeit und flugmedizinische Relevanz (Wehrfliegerverwendungsfähigkeit)

Einleitung: Luftfahrzeugführer (LFF) in militärischen Luftfahrzeugen sind hohen körperlichen Belastungen ausgesetzt, besonders die Wirbelsäule (WS). JET-Piloten klagen häufig über Nackenbeschwerden (62 bis 81%) während und nach dem Flugdienst und ca. 80%

der Hubschrauberpiloten geben Rückenschmerzen an. Auch in der Bevölkerung sind Nacken- und Rückenbeschwerden häufig. Bandscheibenbedingte Erkrankungen (symptomatische Bandscheibenschäden) spielen dabei eine wichtige Rolle. Diese sind am häufigsten um das 40. Lj. Da es keine kausale Therapie der Bandscheibendegeneration gibt und die körperliche Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit häufig auch nach einer „erfolgreichen“ Therapie eingeschränkt bleibt, sollte die Bandscheibenqualität schon früh bei Auswahl zum militärischen Luftfahrzeugführer bewertet werden.

Fragestellung: Wie häufig sind Bandscheibenveränderungen bei jungen asymptomatischen, meist jungen Männer, die noch keiner beruflichen Exposition ausgesetzt waren?

Methodik: In der militärischen flugmedizinischen fachorthopädischen Begutachtung wird bei jedem Bewerber eine Untersuchung und Dokumentation des gesamten Bewegungsapparates (Wirbelsäule, obere und untere Extremitäten), eine anthropometrische Vermessung (19 Körpermaße) und eine MRT-Untersuchung der gesamten Wirbelsäule (HWS, BWS und LWS/Becken) im Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe/Fachabteilung II „Begutachtungszentrum“ (ZLRM der Lw) durchgeführt. Vom 01.01.2014 bis zum 31.12.2015 stellten sich der Begutachtung 878 beschwerdefreie und vorausgewählte Bewerber, überwiegend männlich, eingeschlossen sind 23 Frauen. 40 Bewerber (4,6%) haben die Erstuntersuchung im ZentrLuRMedLw vorzeitig abgebrochen, sodass in dieser Arbeit 838 Wirbelsäulen betrachtet werden. Die Beschreibung der Zwischenwirbelscheiben in allen drei WS-Abschnitten erfolgt nach der anerkannten Klassifikation nach Fardon (2014), die Beschreibung der Osteochondrose nach der Modic-Klassifikation (1988).

Ergebnisse: Alle 838 Bewerber waren im Mittel 20,9 Jahre alt (min. 17, max. 40), 180cm lang (min. 157,9 max. 199,4), 75,6kg schwer (min. 51,1 max. 115,4) und der Body Mass Index (BMI) betrug 23,4 (min. 18,0, max. 32,7). Bei 243 von 838 Bewerbern (29,0%) wurden insgesamt 309 abnorme lumbale BS gesehen, bei 189 (22,6%) 409 abnorme thorakale BS und bei 140 (16,7%) 265 abnorme zervikale BS. 88,7% alle lumbalen BS-Veränderungen

betrafen die Segmente L4/L5 und L5/S1, 72,4% aller thorakalen die mittlere BWS (von T4/T5 bis T8/T9) und 93,2% der zervikalen die unteren HWS-Segmente C5/C6 und C6/C7. Unterteilt man die dorsale Bandscheibenverlagerung (nach Milette-Fardon) in Hernie/Protrusion und Hernie/Extrusion, so waren 55% aller lumbalen BS-Hernien Protrusionen, 76% thorakale Protrusionen und 77% zervikale Protrusionen.

Schlussfolgerungen: 1. Am häufigsten werden asymptomatische Bandscheibenveränderungen (Hernien) bei jungen Männern im Bereich der LWS (243), gefolgt von der BWS (189) und am wenigsten im Bereich der HWS (140) gesehen. 2. Betrachtet man die segmentale Verteilung, so sind am häufigsten die untere LWS (89%), die mittlere BWS (72%) und die untere HWS (93%) betroffen. 3. Im Lumbalbereich werden häufiger monosegmentale (Faktor 1,2) im Thorakal- und Zervikalbereich häufiger bi- und mehrsegmentale Bandscheibenhernien (Faktor 2,1 bzw. 1,9) gesehen. 4. Bei wenigen asymptomatischen jungen Bewerbern wurden Osteochondrosen im Bereich der HWS und LWS (je 5) gesehen, im BWS-Bereich dominiert die juvenile Osteochondrose. 5. Asymptomatische „schwere“ Bandscheibenveränderungen („moderate extrusion“ (n=13) und lumbale und zervikale Osteochondrosen (n=10)) sind selten, bedeuten aber „nicht Wehrfliegerverwendungsfähig“ als Militärflieger.

Rausch M, Ledderhos C, Kühn S, Gens A, Zinner C, Weber F, Sperlich B

Der Einfluss eines 12-wöchigen Hypertrophietrainings auf die muskuläre Beanspruchung unter Beschleunigungskräften in der Humanzentrifuge

Einleitung: In der Literatur findet sich eine Vielzahl von verschiedenen Trainingsinterventionen für Jetpiloten im Militär. Dabei werden zwei große Schwerpunkte analysiert. Einerseits wird der Einfluss von körperlichem Training auf die natürliche G-Toleranz untersucht und andererseits der Einfluss von Training auf beschleunigungsbedingte Rücken-, und Nackenbeschwerden thematisiert. Durch moderne Helmsysteme und dadurch bedingte Gewichtszunahme und Schwerpunktverlagerung des Kopfes, nimmt die Beanspruchung

im Rücken- und Nackenbereich für Piloten stetig zu. Daher liegt die Annahme nahe, dass eine starke wirbelsäulenstabilisierende Muskulatur einen protektiven Einfluss in Bezug auf beschleunigungsinduzierte Nacken-, und Rückenbeschwerden haben könnte. Ein effektives Training flugspezifisch zu überprüfen und mit verschiedenen Trainingsinterventionen zu vergleichen, ist aufgrund der benötigten Ressourcen (Probanden, Humanzentrifuge, inflight-Messungen etc.) komplex. Auch erschwert die wenig detaillierte Dokumentation von spezifischen Trainingsformen und deren Umsetzung die Vergleichbarkeit von in der Vergangenheit durchgeführten Studien.

Fragestellung: Ziel dieser Studie war es, speziell für Jetpiloten ein funktionelles Ganzkörpertraining, das schwerpunktmäßig auf den Muskelaufbau im Hals-, Nacken- und Schulterbereich ausgerichtet war, zu entwickeln und dieses dann unter flugähnlichen Bedingungen in der Humanzentrifuge zu überprüfen. Vornehmlich sollte die Frage beantwortet werden, ob das Training die muskuläre Beanspruchung ausgewählter Muskeln im Hals-, Nacken- und Schulterbereich bei einem standardisierten Flugprofil in der Humanzentrifuge beeinflusst.

Methodik: In einem Pre-Post-Test Design mit einer 12-wöchigen Interventionsphase durchliefen 18 Probanden (Treatmentgruppe: N=12, Kontrollgruppe: N=6) ein standardisiertes Zentrifugenprofil mit einer Maximalbeschleunigung von +3Gz, bei dem Kopfbewegungen nach oben sowie nach links und nach rechts ausgeführt wurden. Mittels Oberflächenelektromyographie wurde während der gesamten Zentrifugenfahrt die elektromyographische Aktivität bilateral vom Sternocleidomastoideus, vom cervicalen erector spinae und von der pars descendens des Trapezius abgeleitet. Nach einer 12-wöchigen Interventionsphase, in der die Treatmentgruppe 3 Mal pro Woche (à 45-60 Minuten) ein funktionelles Ganzkörpertraining mit Schwerpunkt des Muskelaufbaues im Hals-, Nacken- und Schulterbereich durchgeführt hat, wurde die Untersuchung in der Zentrifuge wiederholt und deren Ergebnisse mit den Ausgangsmessungen verglichen. Das Training wurde durch persönliche Anleitung der Probanden und durch eine videogestützte Übungsdokumentation mit de-

taillierten Übungsbeschreibungen vermittelt. Weiterhin dienten zur Validierung des Trainings im Pre,- und Posttest anthropometrische Untersuchungen, Fragebögen, eine Magnetresonanztomographie zur Muskeldickenbestimmung und Maximalkraftmessungen ausgewählter Muskelgruppen.

Ergebnisse: In der Treatmentgruppe haben sich im Vergleich zur Kontrollgruppe die Maximalkraftwerte im Bereich der Halswirbelsäule durch das Training signifikant erhöht. In beiden Gruppen war die elektromyographische Aktivität der Nackenmuskulatur im Mittel höher als im Pretest. Statistisch signifikant wurde das Ergebnis aber nur in der Treatmentgruppe. Weiterhin gaben 70 Prozent der Treatmentgruppe an, dass sie sich durch das 12-wöchige Training - in Bezug auf ihre flugdienstliche Belastung - besser vorbereitet fühlen.

Schlussfolgerungen: Die vorliegende Studie zeigt deutlich das Potenzial auf, die Gesunderhaltung des fliegenden Personals durch ein funktionelles Ganzkörpertraining mit Fokussierung auf die Kräftigung der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur – speziell im Nackenbereich – zu unterstützen. Um den Einfluss und die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen sicherzustellen, sollten zukünftige Untersuchungen die Form und den Aufbau des Trainings detailliert beschreiben. Außerdem wäre es empfehlenswert ein solches Training in den regulären Ausbildungs- und Dienstbetrieb von fliegendem Personal zu integrieren und so präventiv tätig zu werden. Um eine flächendeckende Interventionsmöglichkeit (auch im Einsatz) sicherstellen zu können, müssen die Trainingsinterventionen mit effizienten ortsungebunden Materialien durchzuführen sein.

Schmieschek M, Limper U, Mulder E, Rittweger J, Bershad E

Akuter Harnverhalt in 12° Kopftieflage

Einleitung: Harnverhalt während Raumfahrtmissionen ist ein seltenes medizinisches Phänomen (1). In Zusammenhang mit Bettruhestudien wurde Harnverhalt bisher nicht beschrieben. Wir stellen einen Fall von wiederkehrendem Harnverhalt während einer 12° Kopftieflage (12°-KTL) im Rahmen der SpaceCOTBettruhestudie vor.

Fallbericht: Ein 45-jähriger männlicher Proband erlitt in 12°-KTL im Rahmen der ersten Kampagne der SpaceCOT-Bettruhestudie einen akuten Harnverhalt. Der Harnverhalt trat nach 3 Stunden in 12°-KTL in Form des Unvermögens, in eine Urinflasche zu urinieren, auf. Die Ultraschalluntersuchung zeigte eine prall gefüllte Harnblase. Ein zunächst abwartendes Vorgehen war nicht erfolgreich und der Proband entwickelte Schmerzen. Der Proband erhielt daraufhin eine urethrale Einmalkatheterisierung bei der sich 1 L Urin spontan entleerte und die Schmerzen sistierten. Der Proband war danach weiterhin nicht in der Lage, in 12°-KTL spontan zu urinieren. Er wurde daher für den Zeitraum des Urinierens kurzzeitig in +10° Kopfhochlage (10°-KHL) gekippt. In 10°-KHL war ein spontanes Urinieren möglich. Für die zweite Kampagne der Studie trainierte der Proband in seiner häuslichen Umgebung das Urinieren in Urinflaschen auf einem Textilkeil mit einem Winkel der Liegefläche von 12°. Er berichtete, Urinieren sei ihm in diesem Rahmen möglich. Während der zweiten Studien-Kampagne trat erneut ein akuter Harnverhalt in 12°KTL auf. Eine MRT-Untersuchung des Urogenitaltraktes mit gefüllter Blase in 12°-KTL erbrachte keinen Hinweis auf eine morphologische Obstruktion.

Diskussion: Da sich der Harnverhalt nur während der Studie und nicht im häuslichen Umfeld bei 12°-KTL präsentierte und in einer MRT-Bildgebung keine Obstruktion erkennbar war, liegt die Diagnose eines psychogenen Harnverhaltes nahe.

Zusammenfassung: Harnverhalt, im Besonderen während einer 12°-KTL-Bettruhestudie, kann den Erfolg der Studie gefährden. Dies könnte jedoch durch das vorherige Testen des Urinierens bei -12° KL innerhalb der medizinischen Eingangsuntersuchung vermieden werden.

Teifel D, Banaschak S, Rothschild M

Schienenfahrzeuge – wenn Sie den Zug mal nicht nur von hinten sehen... Fälle aus dem Sektionsgut des Institutes für Rechtsmedizin in Köln 2015-2016

Unfälle mit Schienenfahrzeugen sind immer wieder ein Thema in den Medien. Der städtische Schienenverkehr in Köln (KVB) verläuft

sowohl ober- als auch unterirdisch. Das Gleisbett liegt teilweise mit, teilweise ohne eigene Begrenzung zwischen oder auf den Straßenfahrbahnen. Unterschied zwischen Zügen der Deutschen Bahn (DB) und der KVB ist vor allem die Geschwindigkeit: bis zu 330km/h bei einem ICE der DB und von maximal 80 km/h bei der Straßenbahn bis zu 330km/h bei einem ICE der DB. Im Folgenden stellen wir Todesfälle aus dem Sektionsgut des Institutes für Rechtsmedizin in Köln durch Schienenfahrzeuge der DB im Vergleich zur KVB im Zeitraum 2015-2016 vor. Hierzu wurden die uns vorliegenden Todesermittlungsberichte und Sektionsprotokolle herangezogen. Besonderes Augenmerk galt neben den Verletzungsmustern, einer Intoxikation. Außerdem unterschieden wir zwischen einer primär beauftragten Sektion und einer zweiten rechtsmedizinischen Leichenschau für die Polizei. Im Jahr 2015 waren 5 Zwischenfälle mit der KVB verzeichnet. Hierbei handelte es sich um 2 Unfälle und 3 ungeklärte Vorfälle. Für 2016 sind 2 Unfälle und 4 unklare Ursachen Fälle dokumentiert. 2015 sind dagegen 15 Zwischenfälle mit der Deutschen Bahn erwiesen, wobei es sich hierbei nach polizeilicher Einschätzung um 13 Suizide und 2 unklare Vorfälle gehandelt haben soll. 2016 gab es im Einzelnen 3 Suizide und 12 unklare Ursachenfälle. Die Auswertung der Daten ergibt, dass überwiegend die Unfälle sowie ungeklärten Ereignisursachen obduziert wurden. Die Obduktionsquote betrug insgesamt 39 %. Bei Betrachtung der Verletzungsmuster fiel auf, dass es bei Kontakt mit Zügen der DB es in 43 % der Fälle zu Polytraumata mit einer Dekapitation und Amputationen gekommen ist. Bei Zwischenfällen mit der KVB waren dagegen Polytraumata mit hauptsächlicher Schädelbeteiligung zu sehen. Durch chemisch-toxikologische Untersuchungen war überwiegend eine relevante Alkoholisierung nachweisbar.

Thieschäfer L, Koschate J, Drescher U, Hoffmann U

Effekte von 60-tägiger simulierter Schwerelosigkeit auf kardiorespiratorische Kinetiken und die Wirksamkeit von Sprungtraining als Gegenmaßnahme

Einleitung: Muskuläre Sauerstoffaufnahme-kinetiken ($\dot{V}O_{2\text{musc}}$) sind nach Langzeitaufenthalt in Schwerelosigkeit verzögert (Hoffmann et al., 2016, EJAP 116(3), 503-11). Die Effekte von simulierter Schwerelosigkeit durch Bettruhe in 6°-Kopftieflage (HDT) auf Herzfrequenzkinetiken (HR) und $\dot{V}O_{2\text{musc}}$ sind bisher unbekannt. Um Adaptationen an Mikrogravitation zu minimieren werden während Langzeit-Raumfahrtmissionen entsprechende Gegenmaßnahmen eingesetzt. Ein neuartiges Sprungtraining wurde von Kramer et al. (2017, PLOS ONE 12(1), 1-18) vorgestellt und dessen Wirksamkeit als Gegenmaßnahme während der HDT untersucht.

Fragestellung: Welchen Effekt hat Langzeit-HDT auf HR und $\dot{V}O_{2\text{musc}}$ und welchen Einfluss hat das Sprungtraining?

Methodik: 22 Versuchspersonen (29 ± 6 Jahre, 181 ± 6 cm, 77 ± 7 kg) wurden durch eine 60-tägige HDT immobilisiert und randomisiert einer Interventions- (JUMP, $n = 11$) und einer Kontrollgruppe (CTRL, $n = 11$) zugeordnet. Die Interventionsgruppe trainierte fast täglich liegend in einem speziellen Sprung-Schlitten-System. Neun Tage vor HDT (BDC-9) sowie zwei (R+2) und dreizehn (R+13) Tage nach HDT wurden die Versuchspersonen auf einem Fahrradergometer mit einem Belastungsprotokoll (WR), mit randomisiert wechselnden Intensitäten von 30 W und 80 W, getestet. Dabei wurde die Herzfrequenz schlagweise und die pulmonale Sauerstoffaufnahme atemzugweise erfasst und die $\dot{V}O_{2\text{musc}}$ durch das Zirkulations-Modell von Hoffmann et al. (2013, EJAP 113(7), 1745-54) abgeschätzt. Die Bestimmung der Kinetiken erfolgte über eine Zeitreihenanalyse, indem jeweils WR mit HR und $\dot{V}O_{2\text{musc}}$ kreuzkorreliert wurden. Die Höhe der Maxima (CCFmax) der resultierenden Funktion repräsentiert die Schnelligkeit der jeweiligen Kinetik. Um Unterschiede zu untersuchen wurde eine mixed-design ANOVA mit den Faktoren Zeit und Gruppe berechnet.

Ergebnisse: Die CCFmax(HR) unterschied sich signifikant zu allen drei Zeitpunkten ($p < .05$). Es konnte kein Gruppen-Effekt und keine Interaktion von Zeit und Gruppe nachgewiesen werden. Post-hoc Tests zeigten einen signifikanten Unterschied in der CTRL Gruppe nur von BDC-9 zu R+2 (0.352 ± 0.028 vs. $0.269 \pm$

0.019; $p < .05$), jedoch nicht für die JUMP Gruppe. Weder Zeit noch Gruppen Effekte auf die CCFmax($\dot{V}O_{2\text{musc}}$) konnten beobachtet werden.

Schlussfolgerungen: Konträr zu Untersuchungen von Langzeitaufenthalten in Schwerelosigkeit konnte keine Verlangsamung der $\dot{V}O_{2\text{musc}}$ unter simulierten Bedingungen nachgewiesen werden. Dieses ließe sich durch die fehlende Gravitation und längere Missionsdauer (153 ± 25 Tage) erklären. HR Kinetiken waren nach der HDT nur bei CTRL Versuchspersonen signifikant langsamer. Dieses unterstreicht die Effektivität der Sprungtraining Gegenmaßnahme zur Erhaltung der HR Kinetiken.



56. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGLRM e. V.



SAVE THE DATE!

Jahrestagung 2018

Deutsche Gesellschaft für
Luft- und Raumfahrtmedizin e. V.

18.-20. Oktober 2018 in Speyer



www.dglrm.de und www.facebook.de/@flugmed